

Hurmeseitikki (*Cortinarius purpureus*) värjäyssienenä

Hurmeseitikistä saatavia värisävyjä, ja niiden erot
verihelttaseitikeistä (*Cortinarius semisanguineus* coll.)
saataviin väreihin

Helsingin yliopisto
Kasvatustieteellinen tiedekunta
Käsityönopettajan koulutus
Pro gradu -tutkielma
Käsityötiede
Tammikuu 2017
Outi Temmes
Ohjaajat: Riikka Räisänen ja
Hanna Tuovila

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Kasvatustieteellinen		Laitos - Institution – Department	
Tekijä - Författare - Author Outi Temmes			
Työn nimi - Arbetets titel Hurmeseitikki (<i>Cortinarius purpureus</i>) värjäyssienenä; hurmeseitikistä saatavia värisävyjä, ja niiden erot verihelttaseitikeistä (<i>Cortinarius semisanguineus</i> coll.) saataviin väreihin			
Oppiaine - Läroämne - Subject Käsityötiede			
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Pro gradu -tutkielma / Riikka Räisänen ja Hanna Tuovila		Aika - Datum - Month and year Tammikuu 2016	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 69 s.
<p>Tiivistelmä - Referat - Abstract</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia Suomessa vähemmän käytetyn värjäyssienen, hurmeseitikin (<i>Cortinarius purpureus</i>) värjäysominaisuuksia ja verrata niitä enemmän käytettyyn ja paljon hurmeseitikkiä muistuttavaan verihelttaseitikkien ryhmään (<i>Cortinarius semisanguineus</i> coll.). Tutkimuksen avulla pyrittiin vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin; 1) Minkälaisia värejä hurmeseitikistä (<i>C. purpureus</i>) saadaan villaan eri pureteaineilla? 2) Miten hurmeseitikistä saatavat värit eroavat verihelttaseitikeistä (<i>C. semisanguineus</i> coll.) saatavista väreistä? ja 3) Onko hurmeseitikistä saatavissa väreissä vastaava värinkesto kuin verihelttaseitikeistä saatavissa väreissä?</p> <p>Tutkimussienet kerättiin ja tunnistettiin syksyllä 2014. Värjäyskokeet, värjättyjen materiaalien värien analysointi CIELAB-laitteella ja pesunkestotestit tehtiin keväällä 2015 laitoksen tiloissa. Tämän jälkeen näytteet lähetettiin Tampereen teknilliseen yliopistoon valokeston testausta varten. Värjäykseen käytettiin kokonaisten sienten lisäksi myös eriteltynä jalkoja ja lakkeja. Pureteaineina tässä kokeessa käytettiin alunaa, rautasulfaattia ja synteettistä tanniinia. Synteettistä tanniinia käytettiin sekä esipuretuksena että samanaikaispuretuksena. Lisäksi oli purettamattomat nollanäytteet. Värjättävänä materiaalina käytettiin sekä villakangasta (Wetterhoffin harvasidoksinen palttina) että tavallista sukkalankaa (Novitan Nalle).</p> <p>Tutkimuksessa havaittiin, että hurmeseitikistä saadaan vastaavalla tavalla laaja kirjo erilaisia värisävyjä kuin verihelttaseitikeistä. Alunapuretuksella saatiin oranssinpunaista, rautasulfaattipuretuksella tummempia harmaanruskeita sävyjä ja tanniinipuretuksilla punaruskeita sävyjä. Molemmilla sienillä saadaan keltaisia sävyjä pelkillä jaloilla värjätessä ja pelkillä lakeilla punaisen intensiivisyys kasvoi. Eroja kuitenkin oli. Hurmeseitikistä rautapuretuksella saadussa väriä on enemmän sinisiä sävyjä kuin missään muussa näytteessä, ja sinisten määrä lisääntyi pelkillä lakeilla värjättyissä näytteissä. Verihelttaseitikkien jaloissa oli selvästi enemmän keltaisia sävyjä kuin hurmeseitikin jaloissa. Värinkestot olivat kohtalaiset molemmilla sienillä, mutta tässä kokeessa jäi testaamatta etikan lisääminen huuhteluveteen, jonka väitetään parantavan värinkestoa. Sienten välillä ei havaittu eroa värinkestossa.</p>			
<p>Avainsanat - Nyckelord</p> <p>luonnonvärit, sienivärjäys, <i>Cortinarius purpureus</i>, <i>Cortinarius semisanguineus</i> coll., värinkesto</p>			
<p>Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited</p> <p>Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet). ethesis.helsinki.fi</p>			
<p>Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information</p>			

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Educational Sciences		Laitos - Institution – Department	
Tekijä - Författare - Author Outi Temmes			
Title Colours from the fungus <i>Cortinarius purpureus</i> and how they differ from the ones we get from <i>Cortinarius semisanguineus</i> coll.			
Oppiaine - Läroämne - Subject Craft science			
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Master's Thesis / Riikka Räisänen and Hanna Tuovila		Aika - Datum - Month and year January 2017	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 69 pp.
<p>Tiivistelmä - Referat – Abstract</p> <p>In Finland the fungus <i>Cortinarius purpureus</i> is less known as a source of natural dyes than its relatives of the group <i>Cortinarius semisanguineus</i> coll. The aim of this study was to find out the range of colours we can get from the fungus <i>Cortinarius purpureus</i> compared to the colours from <i>C. semisanguineus</i> coll. Their colour fastness was also tested and compared.</p> <p>The fungi used in this research were collected and identified in autumn 2014. Wool cloth (Wetterhoff) and sock yarn (Novita Nalle) were dyed using the whole mushrooms and the caps and the stipes separately. Alum, iron and synthetic tannins were used as mordants. Tannins were tested as premordants and as simultaneous mordants. Unmordanted samples were used for comparison. Dyeing, colour analysis using CIELAB and washing tests were made in spring 2015 at the University of Helsinki. Light fastness was tested in the Tampere university of technology.</p> <p>As a result we noticed that both <i>C. purpureus</i> and <i>C. semisanguineus</i> gave a fairly similar range of colours; orange-red with alum, grayish-brown with iron and reddish-brown with tannins. Both fungi gave yellow shades when only the stipes were used and more reddish colours when only the caps were used. When iron was used as a mordant <i>C. purpureus</i> gave more blueish shades and the amount of blue increased when only the caps were used. <i>C. semisanguineus</i> on the other hand had more yellow colorants in its stipes than <i>C. purpureus</i>. The colour fastness was moderate in both fungi. However we didn't try vinegar in the rinse water, which is said to improve colour fastness. In this research there was no difference between these fungi in colour fastness.</p>			
<p>Keywords</p> <p>natural dyes, mushroom dyes, <i>Cortinarius purpureus</i>, <i>Cortinarius semisanguineus</i> coll., colour fastness</p>			
<p>Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited</p> <p>Helsinki university library – Helda / E-thesis (ethesis.helsinki.fi)</p>			
<p>Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information</p>			

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	1
2	Värjäyksen historiasta lyhyesti.....	3
3	Luonnosta saatavia värejä.....	5
3.1	Purppura	5
3.2	Sininen.....	7
3.3	Punainen	9
3.4	Keltainen	11
3.5	Vihreä, ruskea ja musta.....	13
4	Sienten biologia.....	15
4.1	Seitikit.....	16
4.2	Dermocybe-sektio	20
4.2.1	Verihelttaseitikit.....	21
4.2.2	Hurmeseitikki	22
4.3	Sienet ja ihminen.....	23
5	Sienillä ja jäkälillä värjääminen	25
5.1	Sieni- ja jäkälävärjäyksen historia	25
5.2	Sienten antrakininonipunaiset.....	27
6	Luonnonvärien tulevaisuus ja haasteet	30
6.1	Luonnonväriaineiden saatavuus	30
6.2	Luonnonväriaineiden käytön mahdollisuudet	31
7	Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset.....	33
8	Tutkimuksen toteutus	34
8.1	Värjäysmenetelmä – peitta-/puretevärjäys.....	35
8.2	Värjäyskokeet.....	36
8.3	Värien analysointi – CIELAB-laite	38
8.4	Pesunkestotestit.....	40
8.5	Valonkeston testaaminen	42
9	Tutkimustulokset ja niiden tulkinta	43
9.1	Värjäyskokeet – silmämääräiset arviot	44
9.1.1	Kokonaiset sienet	44
9.1.2	Lakit ja jalat	46
9.2	Värien analysointi CIELAB-laitteella	48
9.2.1	Kokonaiset sienet	49
9.2.2	Lakit ja jalat	51

9.3	Pesunkesto	53
9.3.1	Kokonaiset sienet	54
9.3.2	Lakit ja jalat	56
9.4	Valonkesto.....	57
10	Pohdinta	62
	Lähteet	66

1 Johdanto

Ihmiset ovat värjänneet luonnonväriaineilla jo pitkään. Silti sienten käytöllä väriainelähteenä on varsin lyhyt (tai ainakin huonosti tunnettu) historia. Yhtenä syynä sienten vähäisemmälle käytölle on esitetty sienikunnan huonoa tuntemusta (Räisänen, 2009, 184), mutta toisaalta tiettyjä sienilajeja on käytetty ravinnoksi ja lääkinällisiin tarkoituksiin jo pitkään, joten ihan koko totuutta sienten huono tunteminen ei kerro. Lyhyestä historiasta huolimatta innostus sienivärejä kohtaan on nykyisin varsin suurta. Sienillä värjäämisestä löytyy omaa kirjallisuutta (mm. Lundmark & Marklund, 2009; Rice & Beebe, 1980; C. Sundström & E. Sundström, 1983), suurimmassa osassa luonnonväriaineita käsittelevää kirjallisuutta sienivärit ovat jo oletusarvoisesti mukana ja sienillä värjäämistä on tutkittu Suomessakin useamman gradun (ainakin Heikkinen, 2010; Hiltunen, 2005; Kylmälahti, 2013; Virtanen, 2005) sekä yhden väitöskirjan (Räisänen, 2002) verran.

Miksi sienivärit sitten kiinnostavat? Lundmark ja Marklund (2009, 40) sekä Rice (1980) selittävät tilannetta sillä, että sienikunnasta löytyy laaja kirjo erilaisia värejä, monet sienilajit ovat kauniita ja värjäävät vahvasti. Lisäksi sienivärien joukosta löytyy sellaisia vahvoja punaisen sävyjä, jotka kestävät varsin hyvin haalistumatta, ja joita kasvikunnasta löytyy lähinnä vaan matarakasvien (Rubiaceae) heimosta. Olen miettinyt miksi Pohjoismaista (ja Kanadasta) löytyy niin vahva sieniväreistä kiinnostuneiden joukko, mutta ehkä juuri nämä punaiset sävyt ovat saaneet monet innostumaan (itseni mukaan lukien), sillä parhaimmat punaisen värin lähteinä käytetyt kasvit (kuten värimatara, eli krappi) eivät menesty näin pohjoisessa. Sienilajien tuntemus ja kiinnostus sieniä kohtaan on lisääntynyt Pohjoismaissa muutenkin, mistä mielestäni kertoo esimerkiksi Suomen sieniseura ry:n facebook-sivun reilut 22 000 jäsentä (24.11.2016).

Tässä tutkimuksessa selvitetään minkälaisia värisävyjä hurmeseitikistä (*Cortinarius purpureus* (Bull. ex Pers.) Bidaud, Moëne-Loec. & Reumaux) saadaan erilaisilla

pureteaineilla. Lisäksi hurmeseitikistä saatavia sävyjä vertaillaan vastaavilla pureteaineilla verihelttaseitikeistä (*Cortinarius semisanguineus* (Fr.) Gillet coll.) saataviin värisävyihin. Saaduista väreistä testataan myös pesun- ja valokestävyys, jotka ovat olennaisia värjättyjen tuotteiden käytettävyyden kannalta. Alusta asti oli selvää, että halusin tehdä pro gradu -tutkielmani sienillä värjäämisestä. Olen opiskellut sienituntemusta kahden kurssin verran osana biologian sivuaineopintojani ja muutenkin luonnontieteellinen puoli käsityötieteestä tuntui eniten minulle sopivalta. Alkuperäisenä tavoitteena oli tehdä tutkimus jostain keltahelttaiseista Dermocybe-sektion seitikistä, koska niitä on tutkittu paljon punahelttaisia vähemmän, mutta niitä ei löytynyt tarpeeksi. Sen sijaan yhdellä sieniretkellä löytyi iso esiintymä hurmeseitikkejä, ja omaan käyttööni olin kerännyt verihelttaseitikkejä, joten aihe vaihtui keltahelttaisista kahden punahelttaisen vertailuun.

Hurmeseitikkiä ei ole Suomessa aiemmin tutkittu. Kuitenkin amerikkalainen sienivärjäysharrastaja Miriam Rice (Rice & Beebe, 1980) on kehunut hurmeseitikkiä tai jotain sen lähilajia todella monipuoliseksi värjäyssieneksi. Tai ainakin näin voisi olettaa, sillä hurmeseitikin vanha tieteellinen nimi on *C. phoeniceus* (Bull.) R. Maire ja Rice puhui kirjassaan sienestä *C. phoeniceus* var. *occidentalis* A.H. Sm.. Myös ruotsalaiset Lundmark ja Marklund (2009, 192–193) ovat kokeilleet hurmeseitikillä värjäämistä ja todenneet sen erittäin hyväksi värjäyssieneksi. Tottumaton sienikerääjä saattaa luulla hurmeseitikkiä tukevarakenteiseksi verihelttaseitikiksi, joten niitä on saattanut eksyä myös aiemmissa tutkimuksissa käytettyjen verihelttaseitikkien joukkoon. Siksi onkin mielenkiintoista selvittää onko näillä kahdella värjäysominaisuuksissa eroa. Viimeaikaiset tutkimukset ovat erottaneet verihelttaseitikit kolmeksi eri lajiksi. Toisin sanoen aiempien tutkimusten ”verihelttaseitikit” ovat voineet olla kaikkia näistä kolmea sekaisin tai vain joitain niistä. Päädyimme tässäkin tutkimuksessa käsittelemään verihelttaseitikkejä ryhmänä, sillä tarkka lajinmääritys ei jälkikäteen onnistunut.

2 Värjäyksen historiasta lyhyesti

Värien käyttö ja värjäys ovat olleet jo pitkään olennainen osa ihmiskunnan historiaa. Värien avulla on koristeltu, peitetty materiaalien halpaa ulkonäköä, käyty kauppaa sekä osoitettu vaurautta ja arvoasemaa. Tunnetuin arvoasemaan liitetty väri oli foinikialaisten (kukoistuskausi 1200–800 e.a.a.) kauppaama purppura, jota saatiin meressä elävistä kotiloista. Se oli niin kallista, että sillä värjätyn kankaan hankkimiseen oli varaa ainoastaan hallitsijoilla. Englanniksi kyseistä väriä kutsuttiin nimellä 'Tyrian purple', jolla viitataan foinikialaisten kaupunkiin Tyros (englanniksi Tyre). Foinikialaisten myymä purppura oli ensimmäinen laajemmin tunnettu väri, jolla käytiin kauppaa. Purppuran lisäksi myös sinisen värin lähteenä käytetyllä indigolla ja antrakininipohjaisia punaisia värejä sisältävillä kasveilla käytiin Välimerellä aktiivista kauppaa. Keltaisia värejä saatiin useista eri kasvilajeista, joten niiden kohdalla paikallisten värikasvien käyttö oli tavallisempaa, eikä niiden arvostus ollut riittävää kaupantekoa ajatellen. (Melo, 2009, 3–4.)

Vain osa luonnosta löytyvistä väriaineista tarttuu värjättävään materiaaliin ja kestää käyttöä haalistumatta. Koska kaikkia värisävyjä ei saada suoraan luonnonmateriaaleista, perinteisesti monet värisävyt on tehty yhdistelemällä luonnosta saatavia värejä, sinistä, punaista, purppuraa ja keltaista. Tyypillisin näistä yhdistelmäväreistä oli vihreä, jota on yllättävän vaikea saada suoraan luonnosta. Vihreään yhdistettiin sinistä indigoa ja usein jotain paikallisesti löytyvää keltaista. Arvostettua kotiloista saatavaa purppuraa matkittiin punaisen krapin ja sinisen indigon yhdistelmävärjäyksellä. (Melo, 2009, 3–4.)

Melo (2009, 4) kutsuu tätä eurooppalaista purppuran, sinisen, punaisen ja keltaisen muodostamaa luonnosta saatavien päävärien ryhmää klassiseksi väripaletiksi. Perinteisesti siinä olivat värinlähteinä merikotilot (purppura), morsinko (*Isatis tinctoria* L.) ja idästä tuodut muut indigotiinin esiasteita sisältävät kasvit (sininen), värimatara eli krappi (*Rubia tinctorum* L.) ja eurooppalaiset kilpikirvat (suvut *Kermes* ja

Porphyrophora) (punainen), ja monet keltaisen värin lähteinä toimivat kasvit, esimerkiksi viljelty värireseda (*Reseda luteola* L.). Ensimmäinen suuri muutos tähän väripalettiin oli kotilokantojen romahduksen aiheuttama ”aidon” purppuran häviäminen. Toisen merkittävän muutoksen aiheutti espanjalaisten uudelta mantereelta Eurooppaan tuoma kokenilli-kilpikirva (*Dactylopius coccus* O. Costa), josta saatava punainen väri tuli kilpailemaan sekä eurooppalaisista kilpikirvoista että krapista saatavan punaisen kanssa. Kokenilli on opuntia-kaktuksilla elävä kilpikirvalaji, jota eurooppalaisista sukulaisistaan poiketen pystyy kasvattamaan kaktusviljelmillä, jolloin sen tuotanto on halvempaa ja saatavuus varmempaa (Cardon, 2007, 620–621). Kokenillin täydentämä klassinen väripaletti säilyi lähes muuttumattomana 1800-luvulle asti, jolloin synteettiset väriaineet syrjäyttivät luonnonväriaineiden käytön lähes kokonaan (Melo, 2009, 4).

Synteettisten väriaineiden historia on varsin lyhyt. Vasta vuonna 1856 William Henry Perkins keksi sattumalta mauveiiniksi kutsutun väriaineen etsiessään malarialääkkeen synteettistä valmistuskeinoa. Mauveiinin menestyksen takasi sen kotilopurppuraa muistuttava sävy. (Christie, 2015, 6–7.) Synteettisten väriaineiden käyttö yleistyi nopeasti, ja niitä kehitettiin jatkuvasti lisää. Hinnaltaan halpojen synteettisten väriaineiden keksiminen ja yleistyminen toivat tietynlaista tasa-arvoisuutta väriaineiden käyttöön, sillä ne toivat aiemmin pelkästään rikkaiden saatavilla olevat värit myös keskiluokkien tekstiileihin. (Cardon, 2007, 25.) Luonnonväriaineet saivat väistyä ja vasta viime aikoina on herätty huomaamaan, ettei uusiutumattomiin raaka-aineisiin (kivihiilitervaan ja raakaöljyyn) pohjautuvien värien käyttö ehkä olekaan ympäristön näkökulmasta paras ratkaisu (Hintsanen, 2016).

3 Luonnosta saatavia värejä

Ensimmäisen synteettisen väriaineen keksimiseen asti luonnosta saatavat väriaineet olivat ainoita käytettävissä olevia värinlähteitä. Vaikka usein puhutaan kasvivärjäyksestä, luonnonvärejä saa myös muista eliöistä. Erilaiset kilpikirvat ja muutamat nilviäiset ovat historiallisesti olleet erittäin olennaisia väriaineiden lähteitä. Edelleen esimerkiksi opuntiakaktuksilla elävää tuholaista, kokenilli-kilpikirvaa kasvatetaan ja myydään väriaineeksi. Sitä käytetään myös elintarvikeväriaineena ja sen koodi on E120 (Elintarviketurvallisuusvirasto, 2016). Kilpikirvoista saatavat värit ovat olleet kalliimpia ja siksi arvostetumpia kuin värimatarasta saatava punainen (Räisänen, Primetta, & Niinimäki, 2015, 45). Myös sienä ja jäkäliä on käytetty värjäykseen. Sienivärjäyksen historiasta tiedetään vain vähän, mutta ilmeisesti niitä on aiemmin käytetty enemmän puretteiden tapaan kuin antamaan väriä (Cardon, 2007, 486). Sen sijaan jäkäliä on käytetty jo pitkään ja niistä saatavat väriaineet ovat tunnettuja esimerkiksi tweed-kankaiden värjäyksessä (Cardon, 2007, 517).

3.1 Purppura

Purppuran alkuperäisiä lähteitä ovat olleet Välimereltä löytyvät purppurakotilot (*Bolinus brandaris* L., *Hexaplex trunculus* L. ja *Stramonita haemastoma* L.) (Melo, 2009, 14). Koska kotiloita tarvittiin määrällisesti todella paljon riittävän väriainemäärän tuottamiseen ja prosessi väriaineen irrottamiseksi oli monimutkainen, kyseinen purppura väri oli erittäin kallista. Siitä tuli hallitsijoiden ja muiden rikkaiden statussymboli. Kotiloiden varsin pieni väriainepitoisuus ja väriaineen kova kysyntä aiheuttivat lopulta purppurakotiloiden kantojen romahtamisen (Cardon, 2007, 566). Kotiloista saatava väriaine on 6,6'-dibromoindigo (Melo, 2009, 3).

Kotilopurppura on niin sanottuja kyyppivärejä. Kyyppiväriaineet eivät liukene veteen, ja siksi niiden värjäysmenetelmä on monivaiheisempi kuin vesiliukoisten väriaineiden

peitta- ja happovärjäysprosesseissa. Kyyppivärjäyksessä väriaineet pelkistetään vesiliukoiseen muotoon emäksisessä ja hapettomassa liuoksessa, jolloin ne pääsevät kulkeutumaan tekstiilikuidun pinnalle. Varsinainen väri muodostuu vasta väriaineiden esiasteiden reagoidessa ilman hapen kanssa ja muuttuessaan veteen liukenemattomaan muotoon. (Räisänen et al., 2015, 227.)

Kotiloiden lisäksi purppuraa on saatu jäkälistä. Näitä jäkäliä on kerätty erityisesti Välimeren rannikoiden kallioilta, mutta myös Atlantin rannikoilta ja Keski-Euroopan vuoristoista. Kotilopurppuran ja sinisen indigon tavoin jäkälistä saatava purppura on kyyppivärehä. Jäkälistä löytyy ainoastaan värittömiä värin esiasteita, jotka on pitänyt muuttaa varsinaisiksi väriaineiksi. (Cardon, 2007, 485.) Ammoniakin tai virtsan avulla käyttämällä nämä esiasteet on saatu muutettua kuituun kiinnittyväksi väriaineeksi, joka väriliemestä nostettuna on ilman vaikutuksesta saanut varsinaisen värinsä. Näitä punaisen tai violetin sävyisiä jäkälävärehä on kaksi, orselji ja lakmus, joista molempien väri on pH-riippuvainen, eli se on happamassa punainen ja emäksisessä ympäristössä sinivioletti. Niitä vastaavia värehä ei löydy kasveista. (Räisänen, 2009, 183–191; C. Sundström & E. Sundström, 1983, 24.)

Orseljilla oli erittäin suuri merkitys Välimerenmaissa samoihin aikoihin, kun kotiloista saatavan purppuran suosio oli suurimmillaan. Orseljijäkäliä käytettiin yhdessä kotiloiden kanssa vähentämään värjäyksessä tarvittavaa kotilomäärää tai sitten värjättiin pelkillä jäkälillä, jolloin lopputuotteesta tuli huomattavasti halvempi, mutta silti arvostetun purppuransävyinen. Edes orseljin heikompi valonkestävyys ei häirinnyt, sillä sen saatavuus oli niin paljon parempi kuin kotilopurppuralla. (Cardon, 2007, 485.)

3.2 Sininen

Kestävää sinistä väriä saadaan vain muutamasta kasvista, jotka sisältävät indigoksi kutsutun väriaineen esiasteita. Nämä värittömät tai vaalean keltaiset esiasteet ovat kasveissa indoksyylin glykosideina ja niistä kolme tärkeintä ovat indican, isatan A ja isatan B (Cardon, 2007, 337). Kuten purppurat myös indigo on kyyppiväri. Kyyppivärjättyillä tuotteilla on hyvä valonkesto, mutta pesuissa ne haalistuvat. Tämä johtuu siitä, että sininen väriaine ei muodosta kemiallista sidosta kuidun kanssa, vaan kiinnittyy hiukkasina kuidun pinnan epätasaisuuksiin (Räisänen et al., 2015, 204). Kyyppivärjäyksessä tarvittava lämpötila on vain noin 50 °C, jolloin ei ole tarvetta käyttää kuumennusta kestäviä metallisia patoja. Tästä syystä kyyppivärjäys on perinteisesti suoritettu osittain maahan kaivetuissa sammioissa, joiden lämpötila on pysynyt riittävän tasaisena ilman erillistä lämmitystä. (Cardon, 2007, 340.)

Sinisen indigo-värin lähteinä on eniten käytetty trooppisia *Indigofera*-suvun kasveja. Niitä on kasvatettu erityisesti Intiassa, mutta myös Keski-Amerikan intiaanit ovat osanneet hyödyntää *Indigofera*-sukua, joskin eri lajeja kuin Intiassa. Euroopassa *Indigofera*-suvun sijaan on käytetty (väri)morsinkoa (*Isatis tinctoria* L.), koska sen kasvattaminen on onnistunut viileämmissäkin ilmastoissa. Morsingon käytöllä on pitkä historia. Sitä on käytetty Euroopassa jo neoliittisella ajalla ja faaraoiden aikaan Egyptissä. Japanissa ja Kiinassa on käytetty indigo-värin lähteenä väritatarta (*Persicaria tinctoria* (Aiton) Spach). (Cardon, 2007, 335, 348–349.)

Kasveista löytyvät indigon esiasteet alkavat varsin nopeasti sadonkorjuun jälkeen hydrolysoitua indoksyyliksi, joka taas hyvin helposti hapettuu veteen liukenemattomaksi indigotiiniksi. Tämän vuoksi tuoreilla lehkillä värjääminen on haastavaa. (Cardon, 2007, 341.) Tästä syystä on kehittynyt monenlaisia tapoja säilöä indigo myöhempää käyttöä varten. Pitkien matkojen kuljetuksiin sopivin säilöntämuoto on uuttaminen ja kakuiksi kuivaaminen. Siinä kuitenkin kasvimateriaali poistetaan lopputuotteesta niin tehokkaasti, ettei värjäyksen alkuvaiheessa tarvittava hapenpoisto enää onnistu perinteisellä bakteerikäymistä hyödyntävällä menetelmällä,

vaan värjäykseen tarvitaan enemmän lisättyjä kemikaaleja. Alkuvaiheen hapettomuus on edellytys indigovärjäyksen onnistumiselle, sillä se on ainoa tapa saada indigo liukoiseen ja siten värjäykseen sopivaan muotoon. Niissä säilöntämenetelmissä, joissa kaikkea kasvimateriaalia ei poisteta, onnistuu käymisen hyödyntäminen, eikä lisättyjä kemikaaleja tarvita samalla tavalla kuin jauhemaisella indigolla värjättäessä. (Cardon, 2007, 344.)

Indigoa viljeltiin (erityisesti lajeja *Indigofera tinctoria* L., *Indigofera suffruticosa* Mill., *Indigofera micheliana* Rose, *Indigofera arrecta* A. Rich ja *Indigofera coerulea* Roxb.) ja sillä värjättiin pitkään. Hyvän valonkeston takia sillä värjättiin työvaatteita, kuten farmarihousuja. Vuonna 1883 saksalainen kemisti Adolf von Baeyer sai selvitettyä indigotiinin rakenteen, mutta vasta vuonna 1897 saatiin markkinoille synteettinen indigo (Cardon, 2007, 336). Vaikka synteettisen indigon keksiminen romahdutti luontaisen indigon markkinoita, käytetään luonnosta saatavaa indigoa edelleen enemmän kuin monia muita luonnonväriaineita. Intiassa, trooppisessa Afrikassa ja Keski-Amerikassa käytetään edelleen *Indigofera*-kasveista peräisin olevaa indigoa. (Cardon, 2007, 377). Euroopassakin indigovärjäystä ja morsingon viljelyä on yritetty elvyttää erityisellä SPINDIGO eli sustainable production of plant derived indigo -hankkeella. Suomalaisen tutkimuslaitoksen (MTT) lisäksi siinä oli mukana yliopistoja, tutkimuslaitoksia ja yrityksiä Saksasta, Espanjasta, Italiasta ja Englannista. (SPINDIGO.)

Kaiken kaikkiaan luonnosta löytyy vain vähän sinisen värin lähteitä. Siksi sienistä saatavat sinertävät sävyt ovat herättäneet innostusta, vaikka niiden on jo pitkään tiedetty olevan kestoaltaan heikkoja. Lisäksi suurin osa näistä sienistä sisältää niin vähän sinisiä väriaineita, että vahvemman sinisen sävyn aikaansaamiseksi tuoretta sienimateriaalia pitää olla vähintään 30-kertainen määrä värjättävän materiaalin painoon verrattuna. Sienten sisältämät siniset väriaineet kuuluvat terfenyylikinoneihin. Niitä sisältävät orakkaisiin kuuluvat suvut *Sarcodon* (esimerkiksi männynsuomurakas, *S. squamosus* (Schaeff.) P. Karst.), *Phellodon* (esimerkiksi mustaorakas, *P. niger* (Fr.) P. Karst.) ja *Hydnellum* (esimerkiksi oranssiorakas, *H. aurantiacum* (Batsch) P. Karst.) sekä *Thelephora* sukuun kuuluva löyhkäsilokka (*T. palmata* (Scop.) Fr.). Myös okrakääpää

(*Hapalopilus nidulans* (Fr.) P. Karst.) ja samettijalkaa (*Tapinella atrotomentosa* (Batsch) utara) on käytetty paljon. (Räisänen, 2009, 192 & 197.) Sienten lisäksi sinistä väriä saa myös joistakin jäkälistä ja marjoista, mutta ne eivät ole värinkestoltaan yhtään sen parempia kuin sienten siniset (Räisänen et al., 2015, 31). Indigon lisäksi toinen historiallisesti merkittävä sinisen ja erilaisten violettien sävyjen lähde on ollut trooppisesta Amerikasta peräisin oleva sinipuu (*Haematoxylum campechianum* L.). Siitä saatavat sinertävät värit ovat kuitenkin helposti haalistuvia. Sinipuuta on paljon käytetty myös mustan värin aikaansaamisessa. (Cardon, 2007, 268.)

3.3 Punainen

Punaista väriä on perinteisesti saatu sekä kasveista että eläimistä. Käytetyimpiä punaisen lähteitä ovat olleet värimatara, eli krappi (*Rubia tinctorum* L.), ja kokenillikilpikirva (*Dactylopius spp.*), mutta niiden värisävyt poikkeavat hieman toisistaan. Kokenillin antama väri on violettiiin vivahtava, kun taas krapin juuresta saadaan useimmiten kirkkaamman punainen sävy maailma. Ennen eteläamerikkalaisen kokenillin saapumista Eurooppaan, täällä käytettiin punaisen värin lähteenä värimataran juurten rinnalla muita kilpikirvalajeja. Näistä tunnetuin on puolalainen kermes (*Porphyrophora polonica* L.), jota kutsuttiin myös puolalaiseksi kokenilliksi, koska sen pääasiallinen väriaine (karminihappo) on sama kuin kokenillilla. Sekä värimataran että kokenillin pääasialliset väriaineet ovat antrakinoneja, joiden sävyt pysyvät hyvin värjätysssä materiaalissa. (Räisänen et al., 2015, 26 & 45.) Onkin mielenkiintoista ajatella miksi eläimistä saatavia värejä on kautta aikojen arvotettu kasvivärejä enemmän. Mahdollisesti heikompi saatavuus (erityisesti ennen kokenillin tuomista Eurooppaan) on ollut arvostuksen taustalla, sillä kilpikirvoista tai kotiloista saatavat värit eivät juurikaan eroa värinkesto-ominaisuuksiltaan esimerkiksi krapista tai indigosta. (Cardon, 2007, 551.)

Lähes kaikkien matarakasvien heimoon (Rubiaceae) kuuluvien lajien juuret sisältävät punaista alitsariinia. Tätä on pidetty niin merkittävänä, että kasviheimon nimi viittaa latinan sanoihin ruber (punainen) ja rubia (alitsariinipunainen) (Cardon, 2007, 107). Värimatarasta, eli krapista, on tullut käytetyin matarakasvi pitkälti siitä syystä, että se soveltuu viljelyyn. Viljely takaa tasaisen saatavuuden ja pitää hinnan riittävän alhaisena laajempaa käyttöä ajatellen. Toisaalta suosioon on varmasti vaikuttanut myös se, että värimatarasta saadaan huomattavan laaja kirjo erilaisia värisävyjä, sillä se sisältää 15 erilaista värjäykseen vaikuttavaa ainesosaa (Cardon, 2007, 112). Värimatara on kotoisin Lähi-idästä, eikä sen viljely Suomen pohjoisissa oloissa onnistu. Krapin sijaan täällä on käytetty muita matarakasveja, kuten aho- (*Galium boreale* L.) ja keltamataraa (*Galium verum* L.) (Räisänen et al., 2015, 45).

Paljon käytetystä värisaflorista (*Carthamus tinctorius* L.) saadaan myös punaista, kunhan ensin kukkien keltaiset värit liuotetaan pois (Räisänen et al., 2015, 76). Myös monenlaisten puiden kuorilla värjäämällä on saatu punaisia tai punaruskeita sävyjä (Räisänen et al., 2015, 45). Sienivärjäysinnostuksen myötä on löydetty useampia sieniä, joista saadaan punaista väriä. Näistä yleisimmin käytettyjä ovat veriseitikki (*Cortinarius sanguineus* (Wulfen) Gray), sen lähilaji palttuseitikki (*C. vitiosus* (M.M. Moser) Niskanen, Kytöv., Liimatainen & S. Laine), joka usein kerätään veriseitikkinä, ja aiemmin yhdeksi lajiksi luokitellut verihelttaseitikit; rusohelttaseitikki (*C. cruentiphyllus* Niskanen, Liimat., Kytöv., Ammirati, Dima, L. Albert & K.W. Hughes), hurmehelttaseitikki (*C. ominosus* Bidaud) ja itse verihelttaseitikki (*Cortinarius semisanguineus* (Fr.) Gillet). Ne kaikki sisältävät samantapaisia antrakininonirakenteisia väriaineita kuin matarat ja kilpikirvat. Myös punavyöseitikissä (*C. armillatus* (Fr.) Fr.) on antrakininoniväriaineita, mutta määrällisesti vähemmän kuin edellä mainituissa sienissä. (Räisänen et al., 2015, 46.)

3.4 Keltainen

Luonnosta löytyy runsaasti erilaisia keltaisen värin lähteitä, minkä takia käytetyissä lähteissä on paljon alueellista vaihtelua. Keltaisten värien suurin puute on niiden heikko valonkestävyys. Vaikka keltaisten joukosta löytyy kestävämpiäkin väriaineita, on silti yleistä, että vanhojen tekstiilien keltaiset sävyt ovat hävinneet ja jäljelle ovat jääneet kestävämmät matarakasveista tai kilpikirvoista saadut antrakininpunaiset ja indigon siniset. Samoin keltaista ja sinistä yhdistämällä aikaansaadut vihreät ovat keltaisen haalistuessa muuttuneet sinisiksi. Tämä on merkittävästi hankaloittanut keltaisiin väriaineisiin liittyvää historiallista tutkimusta, sillä värin haalistuminen kertoo myös sen kemiallisesta hajoamisesta, mikä vaikeuttaa väriaineiden ja sitä kautta väriaineen lähteenä käytettyjen kasvien tunnistusta. (Cardon, 2007, 167–168.) Keltaisten värien keskimääräistä heikompi kestävyys ja helppo saatavuus ovat heikentäneet niiden arvostusta, eikä niille ole koskaan muodostunut vastaavaa statusasemaa kuin purppuralle, siniselle tai punaiselle.

Pääasiassa keltaista väriä saadaan kasvien sisältämistä flavonoideista. Erilaisia flavonoideja (lat. flavus = keltainen) on lukuisia, ja ne jaetaan kemiallisten ominaisuuksien mukaan viiteen ryhmään; flavonit, flavonolit, isoflavonit, kalkonit ja auronit. Monitieteisissä historiallisissa tutkimuksissa on huomattu, että entisaikojen värjäreit ovat suosineet kasveja, jotka sisältävät flavonien alaryhmään kuuluvia väriaineita siitä yksinkertaisesta syystä, että niillä on ollut keskimääräistä parempi valonkesto. Erityisesti luteoliinia sisältäviä kasveja on käytetty paljon eri puolilla maailmaa. (Cardon, 2007, 167.)

Yleisimmin käytetty keltaisen värin lähde Euroopassa on ollut flavoniyhdisteitä sisältävä värireseda (*Reseda luteola* L.) (Räisänen et al., 2015, 19). Cardonin (2007, 168) mukaan värireseda oli keltaisen värin lähteenä yhtä merkittävä kuin värimatara punaisen värin kohdalla, toisin sanoen se oli keltaisista värinlähteistä yleisimmin käytetty eri puolilla Eurooppaa ja Välimeren aluetta. Väriresedaa myös viljeltiin laajalti. Alueilla, joilla ei ole viljelty väriresedaa, on usein kerätty luonnosta

värjäysominaisuuksiltaan lähes väriresedan veroista liuskaläätettä (*Serratula tinctoria* L.) (Cardon, 2007, 178–179). Täällä Suomessa keltaisia värejä on perinteisesti tuotettu nuorilla koivunlehdillä (*Betula* sp.), kanervalla (*Calluna vulgaris* (L.) Hull), suopursulla (*Rhododendron tomentosum* Harmaja (syn. *Ledum palustre* L.)), liekokasveilla (*Lycopodium*) ja pietaryrtillä (*Tanacetum vulgare* L.), mutta myös sipulinkuoria (*Allium cepa* L.) on suositeltu (Räisänen et al., 2015, 63).

Flavonoidien lisäksi värjäykseen sopivat myös jotkut karotenoidit ja alkaloidit. Sahramin (*Crocus sativus* L.) kukan luotit, annatton (*Bixa orellana* L.) siemenet ja maustekurkuman (*Curcuma longa* L.) juurakot ovat tunnetuimpia karotenoideja sisältäviä värinlähteitä (Räisänen et al., 2015, 62), mutta niitä on käytetty lähinnä ruoan maustamiseen ja värjäämiseen. Maustekurkumalla värjättyillä tekstiileillä on ollut myös rituaalisia merkityksiä, sillä sitä on käytetty esimerkiksi buddhalaisten munkkien kaapujen värjäyksessä (Cardon, 2007, 318). Alkaloideja sisältävistä värjäyskasveista käytetyimpiä ovat erilaiset happomarjat, joiden käyttö erityisesti Aasiassa ja Amerikassa on ollut yleistä (Räisänen et al., 2015, 62).

Saflorista saatavista väreistä eniten arvostettuja ovat olleet erilaiset punaiset sävyt, mutta näiden esiin saamiseksi keltaiset väriaineet on liotettava pois. Tämä kuulostaa haaskaukselta, sillä tutkimukset ovat osoittaneet, että saflorin kukat sisältävät 25–36 % keltaisia väriaineita ja vain 0,3–0,6 % punaisia väriaineita (Cardon, 2007, 55). Näitä liuotettuja keltaisia paikoin hyödynnetty esimerkiksi turbaanien värjäyksessä tai niitä on käytetty indigon kanssa yhdistettynä tuottamaan vihreitä värejä (Cardon, 2007, 56). Useimmiten näitä 'huuhteluvesiä' on kuitenkin pidetty tarpeettomina ja ne on heitetty pois. Tämä kuvastaa hyvin värien erilaista arvostusta.

Kasvien lisäksi myös joissain sienissä on keltaisia väriaineita. Esimerkiksi herkkutatini (*Boletus edulis* Bull.), samettitatin (*Xerocomus subtomentosus* (L.) Quél.) ja ruskotatin (*Xerocomus badius* (Fr.) E.-J. Gilbert) keltaiset pillistöt sisältävät värjäykseen sopivia väriaineita. Samoin usein rautapitoinen kangastatti (*Suillus variegatus* (Sw.) Kuntze) ja

selvästi keltamaltainen äikättatti (*Chalciporus piperatus* (Bull.) Bataille). (E. Sundström, 2002, 41.) Räisänen ym. (2015, 200) pitävät kuitenkin tatteja hankalina värjäyssieninä, koska ne jättävät helposti limaisuutta lankoihin. Sundströmit (1983, 87–88) mainitsevat keltaisten värien lähteiksi tattien lisäksi myös keltahelttaseitikin (nimellä *Dermocybe croceifolia*) ja karvaslakit (*Gymnopilus*). Näiden lisäksi Erik Sundström (2002, 41–44) luettelee hyvinä keltaisen värin lähteinä paljon erilaisia ruskeamalttoisia kovia kääpiä suvuista *Inonotus*, *Phaeolus* ja *Phellinus*. Lisäksi mainitaan helokat (*Pholiota*) ja lahokat (*Hypholoma*) ja karvaslakit (*Gymnopilus*).

3.5 Vihreä, ruskea ja musta

Luonnon vehreyttä katsellessa voisi helposti ajatella, että vihreän värin aikaansaaminen luonnonväreillä olisi helppoa. Kuitenkin luonnon yleisimmän vihreän molekyylin ja yhteyttämisessäkin olennaisen lehtivihreän, eli klorofyllin, väriä tuottavana rakenteena oleva porfyriini-rengas hajoaa helposti valon ja lämmön vaikutuksesta, eikä se siksi sovellu tekstiilikuitujen värjäämiseen. Tyypillisimmät luonnosta saatavat vihreän sävyt ovat kellanvihreitä sekä vihreään vivahtavia harmaita tai ruskeita murrettuja värejä. Poretusainevalinnalla on ollut suuri merkitys näiden erilaisten vihreiden tuottamisessa, ja esimerkiksi kasvikkunnassa hyvin yleisesti esiintyvistä flavonoideista on rauta- tai kupariporetuksella saatu monenlaisia murrettuja vihreitä. Sen sijaan kirkkaita vihreän sävyjä on perinteisesti tuotettu värjäämällä ensin sinisellä indigolla ja sitten päällevärjäten jollain keltaisella. (Räisänen et al., 2015, 85.)

Ruskeita värejä on pääasiassa saatu erilaisista tanniineista. Tanniineja on käytetty myös nahan parkitsemisessa, ja sen mukaan ne ovat nimensäkin saaneet (englanniksi parkitseminen on *tanning*). Tanniineja löytyy monista kasveista ja niitä on todennäköisesti käytetty lähes yhtä kauan kuin ihmiset ovat metsästäneet. (Cardon, 2007, 409.) Tanniineja voidaan käyttää myös puretusaineena erilaisten metallisuolojen

sijaan (Räisänen et al., 2015, 103). Tammien suku (*Quercus*) on pyökkikasvien heimon (Fagaceae) käytetyin tanniinilähde. Lajista riippuen käytetään kuorta, hyönteisten aiheuttamia äkämiä, terhoja tai puutuneita kukkapohjuksia. Pyökkikasveihin kuuluvien kastanjoiden (*Castanea*) käyttömahdollisuudet löydettiin suhteellisen myöhään, vasta 1800-luvun alussa. Kastanjoista on käytetty pääasiassa kaarnaa ja hienoksi jauhettua puuta, mutta myös niiden lehdet sisältävät tanniineja. (Cardon, 2007, 410–422.)

Pyökkikasvien lisäksi myös leppiä (*Alnus*), jalopähkinöitä (*Juglans*) ja havukasveja (Pinaceae) on käytetty tanniinien lähteinä, joskin havukasveilla on ollut enemmän merkitystä parkitusteollisuudessa kuin värjäyksessä (Räisänen et al., 2015, 103–106). Maailmanlaajuisesti pajuilla ei ole ollut niin suurta merkitystä, mutta Suomessa niitä on käytetty sekä puretteena että niiden kuorta punaruskean värin lähteenä (Räisänen et al., 2015, 109).

Mustan värin aikaansaaminen luonnonväreillä on ollut haastavaa, sillä aikaansaadut mustan ja harmaan sävyt taittuvat lähes aina punaiseen, vihreään, ruskeaan tai siniseen. Mustaa väriä on usein tavoiteltu yhdistelmävärjäyksillä, sillä sitä on ollut vaikea saada pelkästään yhdestä värinlähteestä. Tanniinit ja raudalla purettaminen ovat usein olleet olennaisessa osassa, joskin niiden kanssa on haasteena villalankojen taipumus haurastua voimakkaassa rauta- tai tanniinikäsittelyssä. (Räisänen et al., 2015, 117–118.) Vaikka trooppisesta Amerikasta kotoisin olevasta sinipuusta (*Haematoxylum campechianum*) saatavat siniset sävyt ovat helposti haalistuvia, niin siitä saatavat mustat sävyt ovat erittäin kestäviä. Sinipuu on historiallisesti ollut erittäin merkittävä värjäyskasvi, jolla on käyty paljon kauppaa. (Cardon, 2007, 263–268.)

4 Sienten biologia

Sienet luokiteltiin pitkään osaksi kasvikuntaa. Sienet ovat kuitenkin lähempänä eläimiä kuin kasveja, vaikka niitä on soluseiniensä takia luultu oudoiksi kasveiksi. Itse asiassa joistain yksisoluisista eliöistä on vaikea erottaa ovatko ne eläimiä vai sieniä. (Timonen & Valkonen, 2013, 11.) Sienten tunnustaminen omaksi kunnakseen tapahtui vasta 1960-luvulla, ja sienten ja eläinten sukulaisuus havaittiin vasta DNA-sekvenssiaineistojen myötä 1990-luvulla (Myllys, Stenroos, & Huhtinen, 2013, 14). Ei siis ihme, että sienten luokittelua on pidetty haastavana.

Carl von Linné selkiytti kasvien luokittelun 1700-luvulla ja myöhemmistä nimimuutoksista huolimatta Linnén vaikutukset tuntuvat yhä. Sienitieteessä vastaava merkkihenkilö oli Elias Magnus Fries, joka vuonna 1821 loi sienten luokitteluun edelleen käytössä olevan systeemin (Libonati-Barnes, 1980, 61). DNA-tutkimukset ovat osoittaneet, että Friesin ulkonäköön perustuva luokittelu on monilta osin virheellinen, mutta silti sillä on oma paikkansa helpottamassa sienten valtavan lajimäärän hahmotusta. Salo, Niemelä ja Salo (2006, 11–12) toteavatkin, että voimme hyvin hyödyntää vanhaa luokittelua, jos koemme siitä olevan itselle iloa, kunhan muistamme, että sienten aidot sukulaisuussuhteet ja se, miten hahmotamme sienten valtavan lajimäärän pienemmiksi yksiköiksi, ovat kaksi eri asiaa.

Myös sienten suomenkielisissä nimissä on ollut omat haasteensa. Vuonna 1948 perustettu Suomen Sieniseura ry. yhdessä suomalaisen eläin- ja kasvitieteellisen seuran Vanamon kanssa nimitti nimistötoimikunnan järkipäistämään ja vakinaistamaan sienten suomenkieliset nimet, joissa oli paljon alueellista vaihtelua ja epäjohdonmukaisuutta. Vuonna 1953 julkaistiin ensimmäinen nimiluettelo Sieniseuran tieteellisessä julkaisussa Karsteniassa, mutta työ jatkuu yhä. Tarkennuksia, nimien lyhentämissä ja uusia nimiä on tarvittu ja tarvitaan edelleen. (Timonen & Valkonen, 2013, 16–17.)

David Hibbettin johtaman tutkimusryhmän tekemässä luokittelussa sienet on jaettu seitsemään kaareen, joista yleisimmät ja tunnetuimmat ovat kotelosienet ja kantasienet (Hibbett et al., 2007). Muita kaaria pidetään sienten vanhempina kehityslinjoina, eikä niiden keskinäisiä sukulaisuussuhteita vielä tiedetä. (Myllys et al., 2013, 18). Kotelosieniin (Ascomycota) kuuluu noin 64 prosenttia tällä hetkellä tunnetuista sienilajeista, ja se onkin suurin sienikaari (Myllys et al., 2013, 26). Esimerkiksi jäkäläsienet ja ruokasienistä muun muassa korvasienet kuuluvat kotelosieniin. Yleensä kotelosienten itiöemät ovat hyvin pienikokoisia. Kantasienet (Basidiomycota) ovat toiseksi suurin sienikaari, ja siihen kuuluu 35 prosenttia tunnetuista sienilajeista. Se on sienten tunnetuin ja näkyvin kaari, sillä suurin osa ruokasienistä kuuluu kantasieniin. (Myllys et al., 2013, 39).

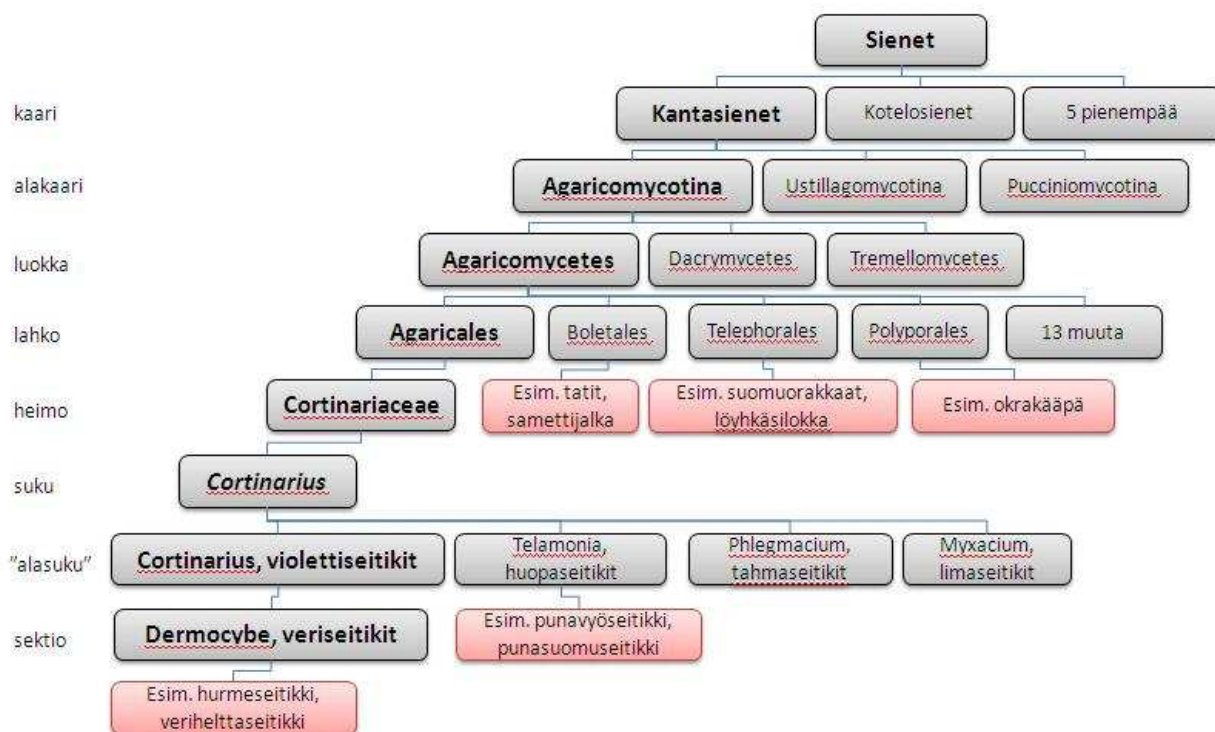
Perinteisesti kantasienten luokittelu on perustunut itiöemien ja itiökantojen rakenteisiin, mutta nykyisin luokittelu pohjautuu pääosin ribosomaalisen DNA:n sekvenssianalyysiin. Tällä hetkellä kantasienten kaari jaetaan kolmeen alakaareen (Agaricomycotina, Ustilaginomycotina ja Pucciniamycotina), ja lisäksi kantasieniin kuuluu kaksi lajilukumäärältään pientä luokkaa, joiden taksonominen asema on epäselvä. (Myllys et al., 2013, 39.)

4.1 Seitikit

Seitikit (eli suku *Cortinarius*) ovat kantasieniä. Ne muodostavat Agaricales-lahkon suurimman suvun, ja ovat Suomen monilajisin sienisuku. Toisaalta ne ovat myös yksi puutteellisimmin tunnetuista helttasienisuvuistamme. Niskanen, Liimatainen ja Kytövuori (2008, 128–130) ovat tutkimustensa perusteella arvioineet Suomessa olevan ainakin 600 seitikkilajia, vaikka ennen heidän hankkeidensa aloitusta lajeja oli luetteloitu vain 210. He ovat tutkimuksissaan tunnistaneet 146 Suomelle uutta seitikkiä (joista suurin osa on myös muille Pohjoismaille uusia), ja arvioivat, että enintään 35 prosenttia Suomen seitikkilajistosta pystytään tällä hetkellä

luokittelemaan. Lähes puolet lajeista on täysin tuntemattomia ja 20 prosentilta hieman paremmin tunnettuja lajeja puuttuu vielä virallinen nimi. Lisäksi eurooppalaisten seitikkinäytteiden tutkiminen on osoittanut, että täysin eri lajeja kutsutaan samalla nimellä eri maissa. Tekemistä seitikkien parissa siis riittää.

Seitikit kuuluvat luokittelussa moneen isoon ryhmään, kuten kantasienten isoimpaan alakaareen Agaricomycotina, johon kuuluu yli 20 000 lajia eli kaksi kolmasosaa tunnetuista kantasienistä ja noin viidesosa kaikista tunnetuista sienistä (Myllys et al., 2013, 42), ja alakaaren sisällä Agaricomycetes-luokan suurimpaan lahkoon Agaricales, johon kuuluu yli 9000 lajia ja noin 350 sukua (Myllys et al., 2013, 44). Seitikkien lisäksi Agaricales-lahkoon kuuluvat muun muassa kärpässienet, herkkusienet ja mustesienet. Lahkoon ei kuulu seitikkien lisäksi muita yleisesti käytettyjä värjäyssieniä. Värjäyssieniä löytyy enemmän Agaricomycetes-luokan muista lahkoista, kuten Boletales (esimerkiksi tatit ja samettijalka), Telphorales (esimerkiksi suomurakkaat ja löyhkäsilokka) ja Polyporales (esimerkiksi okrakääpä). (KUVA 1).



KUVA 1. Seitikkien systematiikkaa ja värjäyssienten asema sienten sukupuussa.

Perinteisesti Agaricales-lahko on jaettu neljään alaryhmään itiölaskeuman värin perusteella; on tummaitiöisiä, ruskeaitiöisiä, vaaleaitiöisiä ja punertavaitiöisiä helttasieniä. Tämä on jäänne vanhasta tavasta ryhmitellä sieniä silmillä nähtävien tuntomerkkien perusteella. Vaikkei tämä luokittelu vastaakaan nykyistä käsitystä sienten systematiikasta, se helpottaa erityisesti aloittelevaa sieniharrastajaa helttasienten lajikirjon hahmottamisessa. Lisäksi itiölaskeuman väri on ihan oikeastikin merkittävä tuntomerkki monelle suvulle. Seitikkien itiölaskeuman väri on ruskea, eli seitikit kuuluvat vanhan ryhmittelyn mukaisesti ruskeaitiöisiin helttasieniin. Tämä on hyvä muistaa erityisesti vanhempia itiöemiä tarkasteltaessa, sillä ruskea itiöpöly saa heltat näyttämään ruskeilta, vaikka ne olisivat nuorissa itiöemissä kuinka kirkasväriset tahansa.

Samalla – taksonomisesta näkökulmasta hieman epätarkalla – tavalla lahkoa Agaricales kutsutaan joskus nimellä ”helttasienet”, sillä suurimmalla osalla lahkon lajeista on heltat. Toisaalta lahkoon kuuluu myös heltattomia sieniä, kuten esimerkiksi tuhkelot (*Lycoperdon*) ja maamunat (*Bovista*), ja lisäksi heltallisia sieniä löytyy myös muista lahkoista, kuten Boletales (esimerkiksi pulkkosieni, *Paxillus involutus* (Batsch) Fr.) ja Russulales (esimerkiksi rouskut ja haperot). Ja toki sienten joukkoon mahtuu myös sellaisia lajeja, joiden rakenteet muistuttavat helttoja, vaikkeivät niitä olekaan (niitä ovat esimerkiksi vahverot, *Cantharellus*). (Toivonen, 2009, 28.) Myös seitikkien luokittelussa on tällaisia vielä tarkentumattomia ryhmittelyjä. Niiden niin sanotut alasuvut eli violettiseitikit (*Cortinarius*), huopaseitikit (*Telamonia*), tahmaseitikit (*Phlegmacium*) ja limaseitikit (*Myxadium*) eivät DNA:n perusteella muodosta luonnollisia ryhmiä (Toivonen, 2009, 34). *Cortinarius*-alasuvusta erotetaan joskus sektio *Dermocybe*, veriseitikit, johon kuuluu antrakini-rakenteisia väriaineita sisältäviä lajeja (Brandrud, Lindström, Marklund, Melot, & Muskos, 1989, 27).

Ruskean itiöpölyn lisäksi seitikeille tunnusomaista on seitti, joka voi olla jäännös joko koko nuorta sientä ympäröivästä ulkosuojuksesta tai kehittymättömiä helttoja suojaavasta sisäsuojuksesta. Vaikka suomalaisten seitikkien joukosta tunnetaan toistaiseksi vain yksi tappavan myrkyllinen laji, suippumyrkkyseitikki (*Cortinarius rubellus* Cooke), usein kaikkia seitikkejä pidetään myrkyllisinä. Seitikkien joukosta kuitenkin löytyy myös muutamia syötäväksi kelpaavia ruokasieniä, ja suurin osa seitikeistä ei ole ruokasieniksi sopivia ihan muista syistä kuin myrkyllisyydestä. Värjäyssieninä suosittujen veriseitikkien (*Dermocybe*) sektion lajeista on kuitenkin löytynyt ruoansulatuskanavaa ärsyttäviä aineita. (Salo et al., 2006, 186.)

Ekologialtaan seitikit ovat mykorritsasieniä, jotka muodostavat ektomykorritsan, eli pintasienijuuren, erilaisten puiden ja pensaiden kanssa (tyypillisimmin heimot Pinaceae, Salicaceae, Myrtaceae, Dipterocarpaceae, Cistaceae, Rhamnaceae, ja suvut *Eucalyptus* ja *Dryas*) (Niskanen, 2008, 5). Seitikkejä löytyy monenlaisista ympäristöistä ympäri maailmaa. Osa lajeista on generalisteja, eli ne tulevat toimeen hyvinkin erilaisissa ympäristöissä, osalla sen sijaan on aika tarkat ekologiset vaatimukset, minkä vuoksi niitä on käytetty tiettyjen arvokkaiden luontotyyppien indikaattorilajeina (mm. Liimatainen, 2013, 5; von Bonsdorff et al., 2014). Phlegmacium-alasuvun seitikkien joukossa on monia spesialisteja, kun taas *Dermocybe*-sektion seitikit ovat useimmiten generalisteja (Brandrud et al., 1989, 23).

Seitikkien ekologinen merkitys pohjoisissa metsissä on suuri, sillä pohjoismaisten tutkimusten mukaan vähäravinteisten havumetsien itiöemiä tuottavista mykorritsasienistä noin 50–60 prosenttia on seitikkejä. Lehtimetsistä seitikkejä löytyy huomattavasti vähemmän, mutta kalkkipitoisilla mailla jalojen lehtipuiden (esimerkiksi pyökin (*Fagus*) ja tammen (*Quercus*)) seuralaisina niiden osuus jälleen kasvaa. Monia lajeja löytyy ainoastaan näiltä kalkkipitoisilta alueilta. (Brandrud et al., 1989, 23.)

4.2 Dermocybe-sektio

Värjärin näkökulmasta Dermocybe-seitikit ovat sukunsa kiinnostavimpia värjäyssieniä. Lundmark ja Marklund (2009, 51) pohtivat, että kyseiseen sektioon kuuluu mahdollisesti kaikkein parhaimmat värjäyssienet, ja lienee pitkälti näiden sienten ansiota, että sienivärjäysinnostus heräsi ja levisi 1970-luvulla. Ainakin Miriam Rice esittelee useampia Dermocybe-lajeja ja erityisesti kehuu *Cortinarius phoeniceus* var. *occidentalis* -nimistä lajia ensimmäisen tunnetun sienivärjäystä käsittelevän kirjan toisessa painoksessa (Rice & Beebee, 1980). Seitikkien taksonomian haasteet näkyvät myös Dermocybe-seitikkien luokittelussa. Edelleenkin taksonomit ovat erimielisiä siitä ovatko Dermocybe-seitikit suku, Cortinarius-suvun alasuku vai tulisiko ne luokitella sektioksi Cortinarius-alasuvun alle. Pohjoismaissa ollaan taipuvaisia noudattamaan julkaisun ”Cortinarius, Flora Photographica” (Brandrud et al., 1989) mallia, jossa Dermocybe-nimitys kuvaa sektiota. Tätä samaa luokittelua käytetään myös tässä tutkielmassa.

Dermocybe-seitikit tunnistaa värikkäistä heltoistaan, jotka jo omalta osaltaan kertovat niiden sisältävän vahvoja väriaineita. Lajien heltoissa on erilaisia punaisen, oranssin ja keltaisen sävyjä. Monilla lajeilla on lakissa ruskea pintakelmu, minkä vuoksi ne eivät välttämättä erotu maastosta erityisen värikkäinä. Dermocybe-seitikit ovat usein rakenteeltaan pienehköjä siroja ja hoikkajalkaisia (KUVA 2).



KUVA 2. Dermocybe-seitikkejä; hurmeseitikki (*Cortinarius purpureus*), verihelttaseitikki (*C. semisanguineus* coll.) ja keltahelttaseitikki (*C. croceus* (Schaeff.) Høil.). Hurmeseitikki on rotevampi ja sen jalassa erottuu selkeästi punainen suojusjäte. Verihelttaseitikillä punaista on ainoastaan jalan tyvellä. Kuvat: Sanski Matikainen

4.2.1 Verihelttaseitikit

Dermocybe-sektioon kuuluvien verihelttaseitikkien ajateltiin aiemmin olevan yksi monimuotoinen laji *Cortinarius semisanguineus* (Fr.) Gillet. Nykyisin verihelttaseitikkejä pidetään lajiryhmänä, sillä viimeaikaisissa tutkimuksissa on pystytty erottamaan suomalaisista kannoista kolme eri verihelttaseitikkilajia. Nämä kolme lajia erottaa toisistaan parhaiten erilaisten kasvupaikkojen avulla, vaikka muitakin eroja on. Rusohelttaseitikki (*C. cruentiphyllus*) viihtyy kuusikoissa ja hurmehelttaseitikki (*C. ominosus*) sen sijaan on mäntykankailla varsin yleinen. Varsinaisen verihelttaseitikin (*C. semisanguineus*) levinneisyys on huonosti tunnettu, mutta sekin viihtyy rusohelttaseitikin tavoin kuusikoissa. (Räisänen et al., 2015, 57.) Tässä tutkimuksessa verihelttaseitikkejä käsitellään ryhmänä, koska näitä kolmea lajia on varsin haastavaa erottaa toisistaan. Jako kolmeksi lajiksi on lisäksi niin uusi asia, ettei sitä ole aiemmissa tutkimuksissa ja kirjallisuudessa edes osattu ottaa huomioon. Tästä syystä hurmeseitikin vertailu verihelttaseitikkeihin ryhmänä on perusteltua. Samasta syystä verihelttaseitikin lajikuvaus koskee koko ryhmää, ei yksittäisiä lajeja.

Verihelttaseitikkien lakki on halkaisijaltaan 2–8 cm, ja sen yläpinnan väri vaihtelee kellanruskeasta oliivinruskeaan. Lakki on muodoltaan ensin kartiomainen tai kellomainen ja vanhemmiten siitä tulee usein laakean kupera ja joskus hieman keskuskohoumallinen. Heltat ovat tiheät, kolotyviset ja väriltään verenpunaiset. Helttojen sävy usein tummuu itiöemän vanhetessa punaruskeaksi johtuen kypsyvistä ruskeista itiöistä. Verihelttaseitikkien jalka on tasapaksu, 3–10 cm pitkä ja halkaisijaltaan 0,5–1 cm. Se on väriltään muuten vaaleankeltainen, mutta tyviosan rihmastohuovassa on vaalean karmiinpunaista sävyä. Suojusjäte (velum) on väriltään keltaista, joskaan sen jalkaan muodostamat vyöt eivät välttämättä näy selvästi. Sienen malto on väriltään vaaleankeltaista. (Brandrud et al., 1989, A13; Lundmark & Marklund, 2009, 188–189; Salo et al., 2006, 216.)

Verihelttaseitikit esiintyvät havumetsissä männyn ja kuusen seuralaisena. Niiden levinneisyysalue kattaa koko maan, ja niistä löytyy varsin runsaasti havaintoja myös

Lapista. Erityisesti kuivilta mäntykankailta saattaa löytyä runsaasti itiöemiä tuottavia esiintymiä. Verihelttaseitikit ovat hyvin yleisesti käytettyjä värjäyssieniä, koska niitä on helppo löytää kerralla suuriakin määriä. (Brandrud et al., 1989, A13; Kytövuori, Nummela-Salo, Ohenoja, Salo, & Vauras, 2005, 284; Lundmark & Marklund, 2009, 188–189; Salo et al., 2006, 216.)

4.2.2 Hurmeseitikki

Myös hurmeseitikki (*Cortinarius purpureus* (syn. *C. phoeniceus*)) kuuluu Dermocybe-seitikkien sektioon. Verihelttaseitikin tapaan sillä on ruskea lakki ja punaiset heltat. Lundmark ja Marklund (2009, 192) kuvailevat lakin yläpinnan väriä samansävyiseksi kuin verihelttaseitikillä (sävy kellanruskeasta oliivinruskeaan). Sen sijaan Brandrud ym. (1994, C47) sanovat lakin sävyn olevan punaruskea, joka muuttuu lakin reunaa kohden kellanruskeammaksi. Tosin hän sanoo myös nuorten sienten lakin reunan olevan punertava johtuen sisäsuojuksesta (velum parietale) jääneestä jätteestä. Tämä suojusjätteen väriero onkin yksi selkeimmistä tuntomerkeistä hurmeseitikin ja verihelttaseitikin välillä. Verihelttaseitikeillä velum on keltainen, kun taas hurmeseitikillä se on punainen. Tämän huomaa selkeimmin hurmeseitikin jalasta, josta punaiset suojusjätteet erottuvat hyvin keltaista pohjaväriä vasten (KUVA 2).

Yleisesti ottaen hurmeseitikki vaikuttaa rotevammalta kuin yleensä siro- ja pitkäjalkaiset verihelttaseitikit. Vaikutelmaa ehkä korostaa hurmeseitikin tummempi yleissävy. Brandrudin ym. (1994, C47) kuvauksissa annetut mitat eivät tee suurta eroa verihelttaseitikkien (lakki 2–8 cm, jalka 3–10 x 0,5–1 cm) ja hurmeseitikin välillä (lakki 2–8 cm, jalka 3–8 x 0,5–1,2 cm). Toisin sanoen koossa on niin paljon vaihtelua, ettei se ole hyvä tuntomerkki. Høiland (1983, 101) toteaaakin, että hurmeseitikin erottaa verihelttaseitikeistä parhaiten jalassa näkyvien punaisten suojusjätteiden ja lakin tumman punaruskean sävyn avulla. Lundmark ja Marklund (2009, 192) sekä Brandrud ym. (1994, C47) ovat hieman erimielisiä siitä ovatko hurmeseitikin jalan alaosan

rihmastojäänteet vaaleanpunaisia vai valkoisia, mutta joka tapauksessa ne erottuvat vaaleina jalan tummanpunaisia suojusjätteitä vasten. Tässäkin on selvä ero verihelttaseitikkeihin, joiden jalan tyvellä näkyvät rihmastojätteet ovat selkeän punaisia.

Hurmeseitikki kasvaa useimmiten havumetsissä. Høiland (1983, 103) sanoo niiden viihtyvän kuusen seurassa, kun taas Lundmark ja Marklund (2009, 193) puhuvat niiden esiintyvän useimmiten ennemmin mäntykankailla polkujen vieressä tai muuten avoimilla kohdilla. Brandrud ym. (1994, C47) sanovat hurmeseitikkien joskus kasvavan jopa lehtipuiden alla esimerkiksi puistoissa. Lundmark ja Marklund toteavat hurmeseitikin vaativan ravinteikkaampaa kasvupaikkaa, mutta Brandrud ym. kuvailevat niiden useimmiten esiintyvän männyn seurassa hiekkaisilla jäkäläkankailla tai karuilla kallioisilla alueilla. Molemmat lähteet ovat kuitenkin yksimielisiä siitä, että esiintymisalueillaan sitä löytyy varsin runsaasti (Høilandin mielestä hurmeseitikki on Pohjoismaissa harvinainen). Høilandin kuvauksessa ei rajata kasvupaikkavaatimuksia maan ravinteisuuden mukaan vaan todetaan että Pohjoismaissa hurmeseitikkiä esiintyy sekä vähäravinteisissä että ravinteikkaissa havumetsissä. Näistä erimielisyyksistä voinee päätellä, ettei hurmeseitikki ole kovinkaan tarkka kasvupaikkansa suhteen. Sen sijaan hurmeseitikki vaikuttaisi olevan Pohjoismaissa selvästi eteläinen laji, eikä sitä juurikaan ole löydetty lapista (toisin kuin verihelttaseitikkejä, joita löytyy runsaasti myös pohjoisesta) (Kytövuori et al., 2005, 140).

4.3 Sienet ja ihminen

Sienten käytöllä oletetaan olevan pitkät perinteet erityisesti keräilytaloudessa, vaikkei aiheesta olekaan jäänyt kirjallisia tietoja tai sienten jäänteitä todisteiksi. Trooppisessa Afrikassa, ihmiskunnan alkukodissa, on bantu-kansojen parissa hyvä syötävien sienten tuntemus ja todennäköisesti maailman vanhin suullisena siirtynyt sieniperinne. Tieto

siirtyy edelleenkin pääosin suullisesti, minkä vuoksi Afrikassa syödään ja myydään toreilla tieteelle tuntemattomia sieniä. Kirjallisen tiedon puuttuminen uhkaa myös perinteisen sienitiedon säilymistä, koska lasten mennessä kouluun heillä ei ole enää aikaa samalla tavalla vaeltaa maastossa vanhempiensa kanssa opettelemassa perinteisten luonnonantimien tuntemusta. (Härkönen, 2013, 342–343.)

Vanhimmat kirjoitetut tiedot sienten käytöstä ruoaksi ovat 6000–7000 vuoden takaa Kiinasta, ja sienet kuuluvat edelleenkin olennaisena osana kiinalaisten ruokavalioon. Kiinassa viljellään paljon sieniä ja Kaukoidässä onkin syötävien lahottajasienten viljelyllä yli tuhatvuotiset perinteet. Eurooppalaisesta sieniperinteestä ensimmäiset merkinnät ovat peräisin kreikkalaisen Hippokrateen (460–377 eKr.) nimiin laitetuista teksteistä. Erityisesti Rooman valtakunnassa sieniä pidettiin herkkuruokana. Yleisesti ottaen Euroopassa on ollut jakaantunut suhtautuminen sieniin. Venäläiset, puolalaiset, ranskalaiset ja italialaiset ovat olleet sienten ystäviä, kun taas germaanisiet kansat ovat suhtautuneet sieniin epäluuloisesti ja niitä on pidetty myrkyllisyyden perikuvina. (Härkönen, 2013, 343, 356.) Vastaavaa kahtiajakoa on ollut myös Suomessa, jossa itäinen sienimyönteinen kulttuuri ja läntinen sieniepäluuloinen kulttuuri ovat kohdanneet. Itä- ja Kaakkois-Suomessa käytettiin eniten ja lähes yksinomaan rouskuja, joiden tuntemus tuli kansan parista. Sen sijaan Länsi-Suomessa sienten käyttö yleistyi hitaammin kuningashuoneiden kautta herrasväen ruokapöytien herkutteluksi keltavahveroilla, tateilla ja viljellyillä herkkusienillä. Sotien jälkeen pitkin maata asutetut Karjalan siirtolaiset toivat mukanaan itäisen laajemman sienitietouden maan läntisempiin osiin. Suomen sieniseura perustettiin vuonna 1948 sienten käytön mahdollisuuksien tultua laajempaan tietoon. (Salo et al., 2006, 490–491.)

Ruokakäytön lisäksi sieniä on käytetty myös kansanlääkinnässä, tulen tekemisessä ja huumaavia ainesosia sisältäviä sieniä erilaisissa rituaaleissa. Esimerkiksi taulakäävän (*Fomes fomentarius* (L.) Fr.) sisäosista valmistettujen taulahuopien avulla tulen sytyttäminen oli ennen tulitikkujen keksimistä niin merkittävässä asemassa, että taulakääpä kävi Keski-Euroopassa uhanalaiseksi (Härkönen, 2013, 354). Sienillä värjäämistä käsitellään seuraavassa luvussa.

5 Sienillä ja jäkälillä värjääminen

Jäkälät ovat symbioottisia eliöitä, jotka koostuvat sienestä ja mikroskooppisista viherlevistä tai syanobakteereista. Cardonin (2007, 486) mukaan värjäykseen käytetyissä jäkälissä väriaineet löytyvät nimenomaan sieniosakkaasta, minkä takia on ihan loogista, että joistakin sienistä ja jäkälistä löytyy samoja väriaineita. Tästä syystä sienillä ja jäkälillä värjäämisestä puhutaan usein yhdessä. Monet sienten ja jäkälien värit ovat bentsokinoni-johdannaisia (Räisänen, 2009, 185).

5.1 Sieni- ja jäkälävärjäyksen historia

Tämän hetkisten tutkimustietojen mukaan sieniä ei ole käytetty värjäämiseen yhtä laajassa mittakaavassa kuin jäkäliä. Cardon (2007, 486) pohtii johtuisiko tämä siitä, että luonnonvaraisten sienten sadot ovat vaihdelleet ja niitä on ollut vaikea ennustaa. Erik Sundström (2002, 54) toteaa, että ainakin yksi syy jäkälien runsaammalle käytölle on ollut se, että jäkäliä voi kerätä ympäri vuoden ja niitä on helppo säilyttää kuivana. Räisänen (2009, 184) miettii olisiko sienten vähäisemmän käytön syynä ollut sienten heikko tuntemus ja sitä kautta sekaannukset eri lajien välillä. Aittomäki, Colliander ja Kotiranta (2010, 87) sanovat entisaikojen värjärien karsastaneen siitä syystä, että niistä saadun värin toistettavuus oli huonompi kuin monilla ”varmoilla” luonnonväreillä. Tämäkin on saattanut johtua sienten huonosta tuntemuksesta ja lajisekaannuksista. Oli syy mikä hyvänsä, nykytietämyksen mukaan sienten käyttö värinlähteinä nousi laajempaa tietoisuuteen vasta 1970-luvulla, jolloin amerikkalainen Miriam Rice julkaisi kirjan sienillä värjäämisestä (Räisänen et al., 2015, 21).

Yleisesti ottaen sienivärjäyksen historiasta löytyy hyvin niukasti kirjallisia lähteitä. Sieniä on tunnettu huonosti, jolloin on ollut paljon sekaannuksia lajitunnistuksessa ja niiden käytön leviäminen on ollut hankalaa. Toisaalta sienillä ei myöskään ole ollut selkeää nimistöä, jolloin kirjallisista lähteistä on ollut vaikea löytää sienimainintoja.

Yksittäisten mainintojen pohjalta vaikuttaa kuitenkin siltä, että sieniä on osattu käyttää värinlähteenä ympäri maailmaa. *Echinodontium tinctorium* -sieni oli punaisen värin lähteenä intiaanien sotamaalauksissa ja amerikkalaisia turkiksia on värjätty *Boletus*-sukuun kuuluvilla tateilla (Räisänen, 2009, 184). Kiinalaisten tiedetään eristäneen väriaineita sienestä *Monascus purpureus*, mutta väriaineiden käyttötarkoituksista ei löydy tarkkaa tietoa (Tetri, 2008, 82). Euroopassa on jo pitkään käytetty värjäykseen hernekuukusta (*Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert (syn. *P. tinctorius* (Pers.) Coker & Couch)) (Lundmark & Marklund, 2009, 20) ja useimmiten puretusikäytössä kilpikirvoilla värjätessä 'popo' ja 'agaric' -nimillä kirjallisuudesta löytyviä kääpiä (Cardon, 2007, 525). Ruotsalaisessa Johan Linderin kirjassa "Svenska Färge-Konst" vuodelta 1720 mainitaan rouskuista (*Lactarius*) saatavan keltaista ja vuonna 1804 julkaistussa J.W. Palmstruchin kirjassa "Svensk Botanik" sienillä värjääminen mainitaan yhtenä sienten käyttötarkoituksena, vaikka pääpaino kuitenkin on ruoka- ja lääkekäytön selityksissä (Räisänen, 2009, 184). Kattavan kokonaiskuvan muodostaminen sienten käytön historiasta on kuitenkin vaikeaa kirjallisten lähteiden vähäisyyden takia.

Se sijaan jäkälistä löytyy kattavammin kirjallisia lähteitä niiden käytön historiasta. Jäkäläpurppuran käyttö vaikuttaisi olleen hyvin alueellista rajoittuen Eurooppaan ja Välimeren alueeseen. Sen sijaan jäkälistä saatavia keltaisia ja erilaisia ruskeita sävyjä on osattu käyttää useiden kansojen keskuudessa eri mantereilla, vaikka nämä sävyt tunnetaan parhaiten irlantilaisista ja skotlantilaisista tweed-kankaista. (Cardon, 2007, 514–515.) Jäkälillä on ollut myös vientimarkkinoita ja esimerkiksi Skandinaviasta on kerätty jäkälää vietäväksi Hollantiin ja Skotlantiin. Erityisesti Norjalla on ollut jäkälien suhteen vahvat vientiperinteet koko 1800-luvun ajan. (E. Sundström, 2002, 11.) Sienivärit – samalla tavalla kuin kasviväritkin – värjäävät parhaiten villaa. Sienten kitiini muistuttaa selluloosaa, minkä takia siitä on vaikea saada irti puuvillaan ja pellavaan hyvin kiinnittyviä väriaineita. Toimiakseen värjäyksessä, väriaineet eivät nimittäin saa olla lujasti kiinnittyneenä sienen omiin kuituihin. (C. Sundström & E. Sundström, 1983, 22.) Monet jäkälävärit kiinnittyvät kankaaseen hyvin ilman esikäsitteilyä, toisin sanoen ne ovat substantiivisia, eli suoravärejä (E. Sundström, 2002, 18).

5.2 Sienten antrakininipunaiset

Ehkä kiinnostavimmat värjäyssienet löytyvät seitikkien suvusta (*Cortinarius*) sektiosta Dermocybe, eli veriseitikit. Veriseitikkeihin kuuluvista sienilajeista löytyy antrakinoneihin kuuluvia keltaisia ja punaisia väriaineita (Räisänen et al., 2015, 198). Historiallisesti merkittävien ja arvostettuja antrakininiväriaineita sisältävien kokenillin ja värimataran viljely ei onnistu pohjoisilla leveysasteilla, joten voi vaan ihmetellä miksei seitikeillä värjääminen ole yleistynyt jo aiemmin. Veriseitikit ovat rakenteeltaan hoikkia ja monia sieniä kuivakkaampia, joten niiden kuivaaminen on helppoa. Lisäksi keitetessä väriaineet irtoavat helposti ja sienimassa on helppo siivilöidä pois väriliemestä, jolloin langat eivät roskaannu (Räisänen et al., 2015, 199).

Moni värjäri ei kuitenkaan osaa tunnistaa suurinta osaa Dermocybe-seitikeistä, vaan kerää metsästä ainoastaan ”veriseitikkiä” ja ”verihelttaseitikkiä”. Lisäksi suurimmassa osassa värjäyskirjallisuutta esitellään Dermocybe-sektiosta ainoastaan veriseitikki ja verihelttaseitikki (esimerkiksi Aittomäki et al., 2010, 101–103; Tetri, 2008, 82–85), jolloin suurin osa värisienten kerääjistä ei varmaan edes tiedä lähilajien, kuten esimerkiksi palttuseitikin, olemassaolosta. Harrastevärjäyksessä tarkoilla lajimäärittelyillä ei ole niin suurta merkitystä, koska osa luonnonvärjäyksen kiehtovuudesta liittyy siihen, että jokaisen värjäyskerran lopputulos on hieman erilainen. Kuitenkin teollista värjäystä ajatellen lajimäärittelysten tärkeys korostuu, sillä jokaisen lajin väriainekoostumus poikkeaa hieman toisistaan. Keltahelttaisia tai muita punahelttaisia Dermocybe-seitikkejä esitellään ainoastaan muutamissa sienivärjäykseen erikoistuneissa kirjoissa (kuten Lundmark & Marklund, 2009; Rice & Beebe, 1980; C. Sundström & E. Sundström, 1983).

Veriseitikit ja verihelttaseitikit sisältävät samankaltaisia antrakininirakenteisia väriaineita kuin matarat ja kilpikirvat, mutta esimerkiksi veriseitikissä on havaittu hieman korkeampia väriainepitoisuuksia kuin matarassa (veriseitikki 6 % ja matara 3,6 %). Huopaseitikkeihin kuuluvassa punavyöseitikissä (*Cortinarius armillatus* (Fr.) Fr.) antrakininiväriaineita on vähemmän, joten saatavat sävyt ovat lähempänä ruskeaan

vivahtavaa vanhaa roosaa. Punavyöseitikit ovat kuitenkin huomattavasti veriseitikkejä suurempia ja hyvin yleisiä, siksi niitä on helppo kerätä värjäystä varten. (Räisänen et al., 2015, 46.) Veriseitikin merkittävimmät väriaineet ovat keltainen emodiini ja punainen dermokybiini. Ne sijaitsevat itiöemissä vapaina aglykoneina tai glukoosiin kiinnittyneinä. Kaiken kaikkiaan veriseitikistä on tunnistettu 15 erilaista antrakinoniyhdistettä. Vasta vähän aikaa sitten veriseitikistä omaksi lajikseen erotettu plattuseitikki eroaa lähilajistaan myös väriainekoostumukseltaan, sillä se ei sisällä lainkaan keltaista emodiinia tai sen sokerijohdannaisia. (Räisänen et al., 2015, 57.) Tuoreiden veriseitikkien väriaineista 90 prosenttia esiintyy glykosideina (Räisänen, 2009, 193).

Sienten väriainekoostumus voi vaihdella myös itiöemän iän mukaan. Esimerkiksi nuorista veriseitikeistä saa kellertävämpiä ja oranssiin vivahtavia sävyjä, kun taas vanhoista sienistä saadaan tummemman punaisia ja punaruskeita sävyjä. Tämä johtuu siitä, että rakenteeltaan yksinkertaisempi keltainen emodiini muodostuu väriaineiden biosynteesiketjussa rakenteeltaan monimutkaisempia punaisia dermokybiiniä ja dermorubiinia aiemmin, jolloin nuorissa sienissä on suhteessa enemmän keltaisia väriaineita kuin vanhemmissa. (Räisänen, 2009, 193.)

Pohjoismaissa verihelttaseitikit voi jakaa kahteen ryhmään kemiallisen koostumuksensa perusteella. Toisen ryhmän verihelttaseitikit sisältävät pieniä määriä emodiinia ja toista ryhmästä emodiini puuttuu kokonaan (Høiland, 1983, 100). Jo Høilandin aikaan oli siis selvää, että verihelttaseitikit ovat monimuotoinen ryhmä. Høiland (1983, 102) sanoo hurmeseitikin olevan kemiallisesti hyvin samankaltainen kuin se ryhmä verihelttaseitikeistä, joissa ei ole emodiinia. Hurmeseitikin tärkeimmät väriaineet ovat dermokybiini, dermokybiiniglykosidi, dermoglaukiiniglykosidi, dermoluteiini ja dermorubiini, jonka määrä vaihtelee. Lundmark ja Marklund (2009, 189) kertovat verihelttaseitikin sisältävän dermokybiiniä ja emodiinia. Lisäksi he kehuvat sitä värjäyssienenä, koska sitä on helppo löytää suuria määriä ja siitä saadaan laaja kirjo erilaisia haluttuja punaisen ja oranssin sävyjä. Hurmeseitikin he sanovat sisältävän paljon punaista dermokybiiniä ja dermokybiiniglykosidia, mutta emodiini

puuttuu (Lundmark & Marklund, 2009, 193). Tämä näkyy siinä, että alunapuretuksella hurmeseitikistä saatava väri on enemmän karmiininpunainen, vaikka se muistuttaakin paljon emodiinia sisältävästä veriseitikistä saatavaa sävyä. He kuitenkin harmittelevat sitä, ettei hurmeseitikistä saatavien värien valonkesto ei ole yhtä hyvä kuin muilla Dermocybe-sektion lajeilla.

6 Luonnonvärien tulevaisuus ja haasteet

Luonnonväreillä on aina ollut oma kannattajakuntansa, vaikka synteettisten väriaineiden kehittäminen ja yleistyminen syrjäyttivätkin luonnonvärit teollisesta käytöstä. Erityisesti harrastajavärijäreiden piirissä, mutta toisaalta myös joidenkin pienten yrittäjien käyttämänä, värjäysosaaminen on säilynyt. Luonnonväreihin liittyy kuitenkin paljon erilaisia mielikuvia. Geissler (2009, 373) kuvaa artikkelissaan luonnonväriaineiden taloudellisista näkökulmista markkinatutkimuksia, joissa selvisi, että luonnosta saataviin väriaineisiin liitetään usein mielikuvia terveydestä sekä luonnon kiertokulusta ja siihen osallistumisesta. Lisäksi luonnonväriaineet kuvaavat ekologista tietoisuutta, vastuullisuutta ja reiluutta. Toisaalta kuluttajat uskovat, että luonnonväriaineet haalistuvat käytössä ja osa on huolestuneita niiden mahdollisesti aiheuttamista allergioista. Olivatpa uskomukset totta tai ei, ne vaikuttavat kuluttajien valintoihin.

6.1 Luonnonväriaineiden saatavuus

Värjäyskasvien viljelyllä on pitkät perinteet. Jo keski-ajalla värjäyskasvien viljely, prosessointi ja niillä värjääminen ovat olleet taloudellisesti merkittävää toimintaa. Synteettisten väriaineiden voittokulku on johtanut siihen, että nykyisin erilaisten värjäyskasvien viljely on pääosin rajoittunut lähinnä kasvitieteellisiin puutarhoihin ja koeviljelmille johtuen värjäyskasvien heikosta kysynnästä. (Ganglberger, 2009, 355.) Mikäli luonnonväriaineiden käyttöä ja sitä kautta kysyntää saadaan kasvatettua, on syytä laajentaa myös värjäyskasvien viljelyä. Perinteisesti käytetyt värjäyskasvit ovat vaihdelleet alueellisesti varsin paljon, koska toki oli viisainta kasvattaa niitä lajeja, jotka tietyllä alueella parhaiten menestyivät. Vaikka kuljetusmenetelmät ovat parantuneet, vastaavaan alueellisuuteen olisi hyvä pyrkiä edelleen – tällä kertaa ympäristönsuojelullisista syistä.

Mikäli luonnonväriaineita halutaan markkinoida ympäristöystävällisenä vaihtoehtona, on hyvä miettiä muitakin näkökulmia uusiutuvuuden lisäksi. Erityisesti viljelyn ympäristövaikutukset nousevat suureen rooliin, samoin kuljetukset tuotannon eri vaiheissa. Ganglberger (2009, 355) haluaa nähdä kestävä kehityksen erityisesti pyrkimyksenä tasapainoon sen suhteen kuinka paljon maasta otetaan suhteessa siihen miten paljon sinne palautuu. Ihanteena olisi tietenkin se, että ulkopuolisiin panoksiin tulisi tukeutua mahdollisimman vähän. Tästä näkökulmasta alueellinen tuotanto, jossa viljelmän ja värjäyslaitoksen etäisyys toisistaan on mahdollisimman pieni, olisi ideaali monessakin suhteessa. Sen lisäksi, että matka pellolta tuotantolaitokseen on lyhyt, myös matka takaisin tuotantolaitoksesta pellolle on lyhyt, jolloin värjäyksestä ylijäänyt massa voidaan helposti toimittaa takaisin pellolle osaksi luonnon kiertokulkua. Myös biokaasun tuotanto on mahdollista, jos kuljetusmatkat eivät ole liian pitkät.

Osaa värjäyskasveista ja suurinta osaa värjäykseen käytettävistä sienistä ei pysty tai ei kannata viljellä. Tällöin luonnosta kerääminen on ainut vaihtoehto. Keräämisestä on kuitenkin usein vaikea saada taloudellisesti kannattavaa. Räisänen (2009, 185) kuitenkin pohtii miksi emme hyödyntäisi olemassa olevia syötävillä sienillä muodostuneita keräysverkostoja myös värjäyssienten keräämiseen. Ainakin syötävien sienten kanssa on kannattavuus ollut riittävää. Viljelyn ja keräämisen lisäksi on viime aikoina tutkittu myös erilaisia mahdollisuuksia hyödyntää muun teollisuuden ylijäämiä tai sivutuotteita. Niiden kohdalla ainakin taloudellinen ja usein myös ekologinen puoli ovat hyvällä mallilla. Sen sijaan niitä ei ole kaikkialla saatavilla, eikä niitä kannata kuljettaa pitkiä matkoja. Tästä syystä paikallisuus korostuu ylijäämien ja sivutuotteiden hyödyntämisen kanssa (Ganglberger, 2009, 356).

6.2 Luonnonväriaineiden käytön mahdollisuudet

Ihmiset ovat yhä enenevässä määrin tietoisia tekstiiliteollisuuden ympäristöllisistä, terveydellisistä ja sosiaalisista ongelmista, siksi markkinointi ”ekologisesti ja kestävästi”

tuotettuna voi tarjota tuotteelle merkittävää kilpailuetua. Näissä markkinoinnin apuna käytettävissä merkeissä huomioidaan raaka-aineen, kankaan sekä valmiin tuotteen tuotantomenetelmät ja valmistus niin ympäristöllisestä kuin sosiaalisesta näkökulmasta, mutta yksikään niistä ei ole ottanut kantaa siihen millä menetelmällä tuote on värjätty. (Ganglberger, 2009, 353.) Uusiutuvien raaka-aineiden käyttö myös värjäysprosesseissa olisi enemmän kuin suositeltavaa, kun tavoitellaan tuotteen ekologista kestävyyttä. Luonnonväriaineet – toisin kuin raakaöljypohjaiset synteettiset väriaineet – ovat uusiutuvia ja siten niiden käyttöä tekstiiliteollisuudessa kannattaisi lisätä. Räisänen, Primetta ja Niinimäki (2015, 13) toteavatkin, että luonnonväriaineilla olisi paljon annettavaa ympäristömyötäisten tuotteiden ja tuotantotapojen kehittämiseksi. Myös Ganglberger (2009, 353) pohtii, että kestävän kehityksen näkökulmasta tekstiilituotannon kehittyminen luonnonväriainevaltaisempaan suuntaan olisi erittäin toivottavaa.

Mitä luonnonväreiltä sitten vaaditaan, jotta niiden käyttöä teollisuudessa voisi lisätä? Laajamittaisempi tekstiiliteollisuus on käyttänyt lähes yksinomaan synteettisiä väriaineita jo niin pitkään, että tehtaiden laitteistot ja linjastot on suunniteltu toimimaan synteettisten väriaineiden vaatimusten mukaan. Kannattavuuden näkökulmasta luonnonväriaineiden käytön laajentaminen olisi yksinkertaisinta ja halvinta, jos pystyttäisiin hyödyntämään jo olemassa olevaa laitteistoa, eikä uusia investointeja tarvitsisi tehdä. Modernit värjäämöt ja tekstiiliteollisuus asettavat luonnonväriaineiden käytölle myös muita vaatimuksia. Itävallassa tehdyissä tutkimuksissa listattiin näiksi vaatimuksiksi 1) luonnonväriaineiden joukosta tulisi löytyä laadukkaat punaisen, sinisen ja keltaisen sävyt, 2) tarjolla tulisi olla kokoelma yksittäisiä väriaineita, jotta sävyn voimakkuuden ja värien sekoittamisen suunnittelu olisi helppoa, 3) hyvä värinkesto erilaisilla materiaaleilla ja 4) taloudellinen hyöty luonnonväriaineiden käytöstä. (Ganglberger, 2009, 356.) Synteettisiä väriaineita tuskin pystytään kokonaan korvaamaan luonnonväriaineilla, mutta niille voisi hyvin löytyä oma nykyistä laajempi paikkansa väriainemarkkinoilla.

7 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia Suomessa vähemmän käytetyn värjäyssienen, hurmeseitikin (*Cortinarius purpureus*) värjäysominaisuuksia ja verrata niitä enemmän käytettyyn ja paljon hurmeseitikkiä muistuttavaan verihelttaseitikkien ryhmään (*Cortinarius semisanguineus* coll.). Aihe on kiinnostava myös siksi, että yksi sienivärjäyksen niin sanotuista pioneereista, Miriam Rice, on kirjassaan ”Mushrooms for color” (Rice & Beebee, 1980) lähes ylistänyt sienen *Cortinarius phoeniceus* var. *occidentalis* värjäysominaisuuksia. Sieni on mitä todennäköisimmin sama kuin keräämäni hurmeseitikki (jonka aiempi tieteellinen nimi oli *C. phoeniceus*) tai ainakin joku sen läheinen sukulainen. Olisi kiinnostavaa tietää ovatko löytämäni sienet yhtä monipuolisia kuin nämä kirjassa kuvatut yksilöt. Rice nimittäin toteaa, että tämän sienen avulla löydetään kaikki sävyt sekä kokenillin että krapin värikirjosta. Myös Lundmark ja Marklund keuhvat (2009, 193) hurmeseitikkiä monipuolisiksi värjäyssieneksi, josta saa arvostetun veriseitikin kaltaisia punasävyjä.

Tutkimuskysymyksiksi valikoituivat seuraavat:

1. Minkälaisia värejä hurmeseitikistä (*C. purpureus*) saadaan villaan eri pureteaineilla?
2. Miten hurmeseitikistä saatavat värit eroavat verihelttaseitikeistä (*C. semisanguineus* coll.) saatavista väreistä?
3. Onko hurmeseitikistä saatavissa väreissä vastaava värinkesto kuin verihelttaseitikeistä saatavissa väreissä?

8 Tutkimuksen toteutus

Tämä tutkimus jakautuu viiteen osaan:

- 1) Sienten keräys ja tunnistaminen (syksy 2014)
- 2) Värjäyskokeet Linitest-laitteella (kevät 2015)
- 3) Värjättyjen materiaalien värianalysointi CIELAB-laitteella (kevät 2015)
- 4) Värin pesunkestotestit Linitest-laitteella (kevät 2015)
- 5) Värin valonkestotestit Tampereella (kevät 2015)

Halusin kerätä tutkielman värjäyksissä käytettävät sienet itse. Päätös ei ollut taloudellinen vaan enemmän omasta kiinnostuksesta johtuva – innostuin sienituntemuksesta tehdessäni biologian sivuainetta. Kävin peruskurssin lisäksi syventävän sienituntemuksen kurssin syksyllä 2014, mikä helpotti myös värjäyssienten tunnistamista. Lisäksi olen saanut paljon tunnistus- ja keräysapua FT Hanna Tuovilalta, joka on toinen aiemmin mainitun kurssin opettajista. Alkuperäinen suunnitelma oli etsiä kelta-/oranssihelttaisia Dermocybe-sektion seitikkejä, koska niitä on tutkittu punahelttaisia vähemmän, mutta mitään lajia ei löytynyt tarpeeksi kokeiden tekemistä varten. Yhdellä sieniretkellä löysimme sattumalta ison esiintymän hurmeseitikkiä, josta sitten lopulta tuli tutkittava sieni. Verihelttaseitikkejä olin kerännyt myöhempiä vapaa-ajan värjäyksiä varten, joten niistä sai hyvän vertailusienen hieman samannäköiselle hurmeseitikille. Verihelttaseitikkejä käsitellään tässä tutkimuksessa ryhmänä, ei lajilleen määritettynä (lisätietoja kappaleesta 4.2.1).

Tässä tutkimuksessa lähestymistavaksi valittiin kvasikokeellinen menetelmä. Luonnonväreillä värjäämisessä on hyvin vaikea kontrolloida kaikkia muuttujia, minkä takia kokeellisen tutkimuksen vaatima kontrollitaso ei täyty. Kvasikokeellisten menetelmien tutkimusasetelmassa on tekijöitä, joiden muuttujista vain muutamaa voidaan kontrolloida. Siinä on kuitenkin samat vaiheet kuin varsinaisessa kokeellisessa

tutkimuksessa, mutta tärkeintä on identifioida ne tekijät, jotka vaikuttavat tutkimuksen sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin. (Anttila, 2000, 248–249.)

8.1 Värjäysmenetelmä – peitta-/puretevärjäys

Tässä tutkimuksessa käytetään värjäysmenetelmänä peittavärjäystä, jota värjärien keskuudessa useimmiten kutsutaan puretevärjäykseksi. Puretevärjäyksessä väriaine kiinnittyy kuituun metallisuolan eli peitta-aineena toimivan puretteen avulla. Värimolekyylit muodostavat metallisuolan kanssa metallikomplekseja, jotka ovat veteen liukenemattomia. Nämä metallikompleksit kiinnittyvät kuituihin. Yleisimmin käytettyjä peitta- eli puretusaineita ovat erilaiset alumiini-, rauta-, kupari- ja tinasuolat. Aiemmin käytetyistä kromi-, koboltti- ja nikkeliyhdisteistä on luovuttu terveydellisten haittavaikutusten vuoksi. (Räisänen et al., 2015, 203.) Metallisuoloista vähiten ympäristöä kuormittavia ovat aluna ja rautasulfaatti (Räisänen et al., 2015, 232) siksi ne on valittu tässä tutkimuksessa käytettäväksi puretteiksi. Sienistä löytyvien väriaineiden joukossa on myös happoväriaineiksi rakenteensa perusteella luokiteltavia yhdisteitä. Ne eivät tarvitse kiinnittävää pureteainetta, vaan ne vaativat ainoastaan happaman värjäysliemen. Tällaisia on esimerkiksi veriseitikistä (*C. sanguineus*) löytyvä dermorubiini, joka on rakenteeltaan karboksyylihappo (Räisänen et al., 2015, 203).

Metallisuolojen lisäksi puretteina on käytetty erilaisia luonnonpuretteita. Tällaisia ovat esimerkiksi runsaasti tanniineja sisältävät kasvinosat, kuten pajun kuori, tai kasvit, joihin on kumuloitunut metalleja (alumiinia, rautaa tai kuparia). Pohjois-Euroopassa on paljon käytetty luonnonpuretteena alumiinia sisältäviä liekokasveja. Myös lehtivihreän eli klorofyllin pureteominaisuuksia on testattu ja saatu lupaavia tuloksia. (Räisänen et al., 2015, 232-233.) Luonnonpuretteet antavat usein värjättävälle materiaalille pohjavärin, joka tummentaa lopullista värjäystulosta. Siksi luonnonpuretteita käytettäessä saadaan ruskeampia sävyjä kuin metallisuoloilla puretettaessa. (Räisänen et al., 2015, 137.)

Luonnonpuretteiden käyttö vaatii kaksivaiheisen värjäysprosessin (esipuretus ja värjäys) ja on siksi suuritöisempi. Tosin monet kotivärjärit käyttävät esipuretusta myös metallisuoloilla purettaessa. Silloin on pienempi riski väriaineen ja puretteen saostumiselle, joka vähentää värin tarttumista kuituun. Yksivaiheisessa värjäysprosessissa purettaminen ja värjääminen tapahtuvat samaan aikaan, mikä tietenkin vähentää veden, energian ja ajan kulutusta. (Räisänen et al., 2015, 235.) Yksivaiheista värjäysprosessia voidaan käyttää ainoastaan silloin, kun pureteaine on kidemuotoista. Luonnonpuretteiden kohdalla se tarkoittaa sitä, että pureteaine on etukäteen eristetty kasvista. Nimittäin luonnonpuretteet myydään usein esimerkiksi rouhittuna kasvina. Luonnontanniinia on ainakin aiemmin myyty kiteisenä jauheena, joten alkuperäinen suunnitelma oli käyttää sitä tässä tutkimuksessa. Kidemuotoista luonnontanniinia ei kuitenkaan ollut saatavilla, mutta synteettistä tanniinia löytyi. Tanniinien toimivuutta samanaikaispuretuksessa ei ole tutkittu, joten päätimme kokeilla sitä synteettisen tanniinin kanssa. Vertailun vuoksi mukaan tulee myös synteettisellä tanniinilla esipurettaminen.

8.2 Värjäyskokeet

Värjäyskokeet tehtiin 6.5.2015, 7.5.2015 ja 8.5.2015 Helsingin yliopiston käsityönopeettajan koulutuksen tiloista löytyvillä Linitest-laitteilla. Niitä on kaksi ja niillä kummallakin pystyy tekemään kahdeksassa pienessä purkissa erilaisia värjäyskokeiluja vakioiduissa värjäysolosuhteissa. Kaikki tämän tutkimuksen värjäyskokeilut eivät kerralla mahtuneet yhteen laitteeseen, joten ne tehtiin neljässä erässä (TAULUKKO 1). Jokaiseen purkkiin mahtuu maksimissaan 20 grammaa värjättävää materiaalia. Sienimateriaalin riittävyyden varmistamiseksi tässä tutkimuksessa värjättiin vain 10 grammaa materiaalia näytettä kohden. Värjäysliemen tilavuus oli 200 millilitraa jokaisessa purkissa. Värjättävänä materiaalina käytettiin Wetterhoffin palttinasidoksista harvaa villakangasta (100 % villaa, tiheys 6,5 lankaa/cm). Se on kudottu Hämeen ammattikorkeakoululla saksalaisesta Schoellerin SportLoden - langasta (vahvuus Nm 28/2). Kankaan lisäksi värjättiin myös Novitan luonnonvalkoista

Nalle-lankaa (villaa 75 % ja polyamidia 25 %, 100 g = noin 260 m). Jokaiseen purkkiin tuli kangasta 25 cm x 25 cm pala ja lankaa pieni noin 5 grammaa painava vyyhti.

Jokaista erilaista värjäyslientä keitettiin kerralla koko tarvittava annos, jotta saatiin minimoitua muista kuin pureteaineista ja sienilajeista aiheutuvat erot. Pureteaineet lisättiin vasta Linitest-laitteen astioihin (paitsi synteettisen tanniinin esipuretuskokeilussa, jolloin värjättävä materiaali esipuretetaan ennen Linitest-laitteeseen laittamista). Värjäysliemi käytettiin kokonaisuudessaan yhden päivän aikana. Kokeisiin tarvittiin kuusi erilaista värjäyslientä. Ne olivat; 1) **hurmeseitikki kokonaiset sienet**, 2) **verihelttaseitikit kokonaiset sienet**, 3) **hurmeseitikki lakit**, 4) **verihelttaseitikit lakit**, 5) **hurmeseitikki jalat** ja 6) **verihelttaseitikit jalat**. Lisäksi tarvittiin synteettisen tanniinin esipuretusliemi kahta näytettä varten. Värjäysliemet tehtiin yhden suhde yhteen (eli kuivattuja sieniä yhtä paljon kuin värjättävää materiaalia). Arvioitu sienten tarve osoittautui riittämättömäksi jaloilla tehtyihin värjäyksiin, koska jalat ovat niin paljon lakkeja kevyempiä. Eli hurmeseitikkien (joita oli vähemmän) jaloilla tehdyissä värjäyksissä piti nollanäytteeseen laittaa vain 7,4 grammaa sientä 10 gramman sijaan. Nollanäytteeseen tulleen langan määrää kuitenkin vähennettiin, jolloin sama suhde värjättävän materiaalin ja sienen määrän välillä säilyi. Lakit ja jalat erotettiin toisistaan vasta sienten kuivaamisen jälkeen, eli juuri ennen värjäysliemen keittämistä.

Pureteaineista kokeeseen valittiin **aluna** (10 % pitoisuudella), **rautavihtrilli** (3 %) ja **synteettinen tanniini** (10 %). Alunan kanssa käytettiin **viinikiveä** (5 %), koska värjärit monesti käyttävät tätä yhdistelmää kirkastamaan sävyjä – ja juuri ne kirkkaat sävyt kiinnostavat itseäni eniten. Muiden puretteiden kanssa viinikiveä ei käytetty, koska raudan ja tanniinien kanssa vastaavaa käytäntöä viinikiven käyttöön ei ole. Kaikkien värjäyslienten pH mitattiin purete- ja muiden apuaineiden lisäämisen jälkeen. Valitut pureteainemäärät ovat yleisesti käytettyjä.

TAULUKKO 1. Värjäyskokeiden koejärjestely

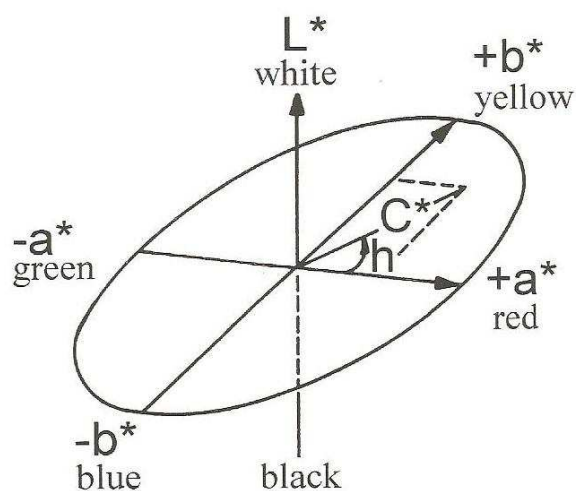
Ensimmäinen värjäys Hurmeseitikki, kokonainen	Toinen värjäys Verihelttaseitikit, kokonainen	Kolmas värjäys Lakit	Neljäs värjäys Jalat
nolla, ei puretetta	nolla, ei puretetta	hurmeseitikki, lakit, ei puretetta	hurmeseitikki, jalat, ei puretetta
aluna 10 % + viinikivi 5 %	aluna 10 % + viinikivi 5 %	verihelttaseitikit, aluna 10 % + viinikivi 5 %	verihelttaseitikit, aluna 10 % + viinikivi 5 %
rauta 3 %	rauta 3 %	verihelttaseitikit, rauta 3 %	verihelttaseitikit, rauta 3 %
synteettinen tanniini 10 %, samanaikaispuretus	synteettinen tanniini 10 %, samanaikaispuretus	hurmeseitikki, aluna 10 % + viinikivi 5 %	hurmeseitikki, aluna 10 % + viinikivi 5 %
synteettinen tanniini 10 %, esipuretus	synteettinen tanniini 10 %, esipuretus	hurmeseitikki, rauta 3 %	hurmeseitikki, rauta 3 %

8.3 Värien analysointi – CIELAB-laite

Värin näkemiseen vaikuttavat monet fysikaaliset, kemialliset, fysiologiset ja psykologiset prosessit. Lähtökohtaisesti ihminen pystyy havaitsemaan vain tietyt aallonpituudet (400–750 nm) väreinä. Lisäksi nähtyyn väriin vaikuttaa tiettyjen aallonpituuksien absorboituminen, eli pidäytyminen, värihiukkasiin ja toisten aallonpituuksien heijastuminen, sirottuminen tai kulkeutuminen kappaleen läpi. Myös monet muut tekijät, kuten valaistus, tausta, ympäröivät valot sekä esineen koko ja luonne, vaikuttavat värin ja esineen havaitsemiseen ja tulkintaan. Siksi lopullinen värin tulkinta on aina luonteeltaan subjektiivinen, ja siihen vaikuttavat havaitsijan omat kokemukset ja mielikuvat. (Räisänen et al., 2015, 193.) Koska värien havaitseminen on aina subjektiivista, tässä tutkimuksessa värjäyskokeiden värejä arvioitiin silmämääräisten arvioiden lisäksi myös CIELAB-laitteella.

Kansainvälinen valaistuskomissio (Commission International de l'Éclairage, eli C.I.E.) julkaisi vuonna 1931 CIE xyz -järjestelmän, joka nykyisin tunnetaan paremmin nimellä CIE 1931. Sen tarkoituksena on mahdollistaa kaikkien ihmisen havaitsemien värien yksiselitteinen ja tarkka määrittäminen. Se on yleisimmin käytetty väristandardi ja monien värijärjestelmien näytteet ja niiden laadunvalvonta perustuvat CIE:n mukaisiin mitta-arvoihin ja normeihin. Myös nykyaikainen värin ja valon mittaaminen perustuu kokonaan CIE:n luomiin standardeihin. (Arnkil, 2007, 165.)

CIE $L^*a^*b^*$, eli CIELAB, on toinen vuonna 1976 julkaistuista CIE-värijärjestelmän uusista versioista. Niiden avulla on pyritty helpottamaan matemaattisen ja käsitteellisen CIE-järjestelmän vaikeaselkoisuutta ja epähavainnollisuutta. CIELAB täysin symmetrinen ja rakentuu opponenttinvärien varaan. Kirkkausakseli L^* :n lisäksi siinä on a^* -akselilla vihreä ja punainen sekä b^* -akselilla sininen ja keltainen. Sävyerot voidaan ilmaista kulmina (ΔH), koska järjestelmän pyörähdyssymmetrinen muoto mahdollistaa sekä sävykulman käsitteen että sävyjen ilmaisemisen tarkkoina asteina. (Arnkil, 2007, 168–169.)



KUVA 3. CIELAB-väriavaruus.

L^* = valoisuusakseli, a^* = punainen–vihreä ja b^* = sininen–keltainen, lisäksi h = sävykulma ja C^* = värikylläisyys (Räsänen, 2002, 22)

Mittaukset tehtiin 29.5.2015 villakangaspaloista. Mittauksen aikana näytteitä pidettiin kahden valkoisen kopiopaperin päällä nelinkerroin taiteltuna. Käytetyn kankaan harvan sidoksen takia taittelu koettiin välttämättömäksi, jotta pystyttäisiin takaamaan tasainen värin näkyminen laitteeseen. Nollanäytteenä mittarissa käytettiin värjäämätöntä villakangasta. Mittauksia on tehty vain yksi näytettä kohden.

8.4 Pesunkestotestit

Pesunkestotestit tehtiin 29.5.2015 Helsingin yliopiston käsityönopeettajan koulutuksen tiloissa sijaitsevilla Linitest-laitteilla. Värjäyskokeita tehdessä piti miettiä Linitest-kierrokset siten, että saman päivän aikana pystyi hyödyntämään koko erän tehtyä värjäyslientä. Tällä kertaa kaikki testattavat materiaalit olivat valmiita ja testiajon pituus värjäystä lyhyempi (30 minuuttia), joten kaikki pesunkestotestit saatiin mahtumaan kolmeen Linitest-kierrokseen (TAULUKKO 2), jotka kaikki pystyi tekemään saman päivän aikana.

Pesunkestotestissä noudatettiin mahdollisimman tarkasti standardia SFS-EN ISO 105-C06. Värjätyt koepalat olivat standardin mukaisesti kooltaan 10 cm x 4 cm. Näihin testeihin valittiin tahraantumisen tutkimiseksi puuvillainen ja villainen standardikangas, joista leikattiin koepalan kanssa samankokoisen palat. Standardikankaat asetettiin koepalan molemmin puolin ja standardin mukaisesti ommeltiin kiinni lyhyeltä sivulta. Testaustilan lämpötila oli 23 °C.

Testeissä käytetty pesuaine oli nimeltään AATCC 1993 Standard Reference Detergent WOB (without optical brightener, eli ilman optista kirkastetta) ja siitä valmistettiin kerralla kaikkiin testeihin riittävä määrä pesuaineliuosta (3 litraa) suhteella 4 g pesuainetta / litra vettä. Jokaiseen Linitest-laitteen purkkiin tuli 150 ml pesuliuosta ja vedellä kasteltu koepala. Villan kanssa ei suositella käytettäväksi teräskuulia, joten ne jätettiin näistä testeistä pois. Pesuliuoksen pH ja lämpötila mitattiin ennen jokaista

Linitest-kierrosta (TAULUKKO 2). Pesutestin A1S ohjeiden mukaisesti pesuaika oli 30 minuuttia ja pesulämpötila oli 40 °C. Pesun jälkeen koepalat huuhdeltiin erillisissä astioissa kahteen kertaan 100 millilitralla lämmintä vettä. Veden lämpötilan vakioimiseen ei ollut mahdollisuuksia, mutta pyrkimyksenä oli, että se olisi lähellä 40 astetta. Huuhtelujen jälkeen ylimääräinen vesi puristettiin pois ja koepalat ripustettiin kuivumaan siten, etteivät kankaat koskettaneet toisiaan muutoin kuin saumakohtista. Kuivauslämpötilaksi säädettiin 30 °C.

Standardista poiketen emme kuitenkaan mitanneet haalistumista harmaa-asteikon avulla, sillä monien näytteiden sävymuutokset hankaloittivat harmaa-asteikon käyttöä. Pestyjen näytteiden arvioinnissa käytettiin CIELAB-laitetta vastaavalla tavalla kuin värjäyksen jälkeen tehdyssä värien analysoinnissa. Näin saatoimme vertailla värimuutosta ennen ja jälkeen pesun.

TAULUKKO 2. Pesunkestotestien järjestys.

Taulukkoon merkitty lämpötila on mitattu samaan aikaan pH:n kanssa, eli ennen varsinaista testiä. Lämpötila pesunkestotestissä oli 40 °C.

Ensimmäinen Linitest-kierros pH 10,64, lämpötila 34,6 °C	Toinen Linitest-kierros pH 10,64, lämpötila 32,3 °C	Kolmas Linitest-kierros pH 10,78, lämpötila 27,8 °C
Hurmeseitikki, lakit, nolla	Verihelttaseitikit, lakit, aluna + viinikivi	Hurmeseitikki, jalat, nolla
Hurmeseitikki, lakit, aluna + viinikivi	Verihelttaseitikit, lakit, rauta	Hurmeseitikki, jalat, aluna + viinikivi
Hurmeseitikki, lakit, rauta	Verihelttaseitikit, jalat, aluna + viinikivi	Hurmeseitikki, jalat, rauta
Verihelttaseitikit, kokonainen, nolla	Verihelttaseitikit, jalat, rauta	Hurmeseitikki, kokonainen, nolla
Verihelttaseitikit, kokonainen, aluna + viinikivi		Hurmeseitikki, kokonainen, aluna + viinikivi
Verihelttaseitikit, kokonainen, rauta		Hurmeseitikki, kokonainen, rauta
Verihelttaseitikit, kokonainen, tanniini, samanaikaispuretus		Hurmeseitikki, kokonainen, tanniini, samanaikaispuretus
Verihelttaseitikit, kokonainen, tanniini, esipuretus		Hurmeseitikki, kokonainen, tanniini, esipuretus

8.5 Valonkeston testaaminen

Värjättyjen kappaleiden valonkestot testattiin Tampereen teknillisessä yliopistossa. Näytteet lähetettiin sinne toukokuussa 2015 pian värjäyskokeiden jälkeen. Liuskoja tuli yhteensä kolme kappaletta; yhdessä kangasnäytteet kokonaisilla sienillä tehdyistä värjäyksistä, toisessa lakki- ja jalkavärjäysten näytteet ja kolmannessa kokonaisista sienistä myös lankanäytteet. Lankanäytteisiin laitettiin seitsemän kierrosta lankaa näytettä kohden. Testaamisessa pyrittiin noudattamaan standardia SFS-EN ISO 105-B02, joskin valotusaika oli ainoastaan 55 tuntia koneen rikkoutumisen takia.

Näytteiden analysoinnissa hyödynnettiin sekä aiemmin valotettuja siniasteikkoja että näytteiden mukana vain 55 tuntia valotettua siniasteikkoa. Arvioijia oli kaksi ja arviointi suoritettiin tavallisen luokkatilan loisteputkivalaisimen alla. Jokainen näyte arvioitiin asteikoilla 1–8, jossa 8 kuvasi kaikkein haalistuneinta näytettä.

9 Tutkimustulokset ja niiden tulkinta

Tämän tutkimuksen ensimmäinen osa oli kerätä ja tunnistaa värjäyksessä käytettävät sienet. Kaikki tutkimusvärjäyksissä käytetyt sienet kerättiin syksyllä 2014. Hurmeseitikit (*C. purpureus*) löytyivät sattumalta yhdestä kohteesta Lohjalla. Metsä oli harvennettu hiekkapohjainen mäntykangas, jossa oli nuoria kuusia alikasvoksena. Lähinnä mustikkatyyppin kangas, vaikka olikin mäntyvaltainen, ja Virkkalan vanhan kalkkitehtaan takia kalkkivaikutusta on alueella jonkin verran. Kaikki hurmeseitikit kerättiin varsin pieneltä alueelta. Niiden tunnistaminen ei tapahtunut metsässä, mutta siellä todettiin löytyneiden sienten olevan jotain muuta kuin verihelttaseitikkejä. Varsinainen lajinmääritys tehtiin kirjallisuuden avulla (tärkeimpänä Cortinarius Flora Photographica (Brandrud et al., 1989, 1994)) ja vahvistusta haettiin vielä mikroskoipoimalla itiöitä.

Verihelttaseitikkien tunnistus oli monimutkaisempaa monestakin syystä. Ensinnäkin niitä ei alun perin ajateltu käyttää tässä tutkimuksessa, koska niitä on tutkittu jo useammassa gradussa (mm. Heikkinen, 2010; Kylmälahti, 2013; Loukojärvi, 2010; Virtanen, 2005). Niitä tuli kuitenkin kerättyä useampana päivänä, mutta lähinnä omaan käyttöön, mistä syystä niissä ei ollut kovin tarkkoja merkintöjä keräyspaikoista. Eri paikoista kerätyt sienet ovat voineet myös sekoittua. Toiseksi vasta myöhemmin selvisi, että verihelttaseitikit on vähän aikaa sitten jaettu kolmeksi eri lajiksi, joiden tunnistuksessa nimenomaan kasvupaikan tietämisellä on iso merkitys. Kasvupaikkamerkinnot ja -havainnot olivat verihelttaseitikkien kohdalla puutteellisia, joten tarkka lajinmääritys jäi niiden kohdalla tekemättä. Yksi päivä kuitenkin käytettiin verihelttaseitikkien itiöiden mikroskopointiin ja sen tutkimiseen aiheuttaako mikroskopoidessa käytettävä KOH (kaliumhydroksidi) värimuutosta lakin pintakelmuun vai ei (mikä on yksi eri lajien tuntomerkeistä). Koska näidenkään toimenpiteiden avulla kerättyjä sieniä ei pystytty jakamaan eri lajeihin päädyttiin verihelttaseitikkejä käsittelemään ryhmänä, kuten aiemmissakin tutkimuksissa on tehty. Värjäyksissä kuitenkin käytettiin vain yhden kuivauserän, eli yhden päivän keräysten sieniä, jolloin sienet todennäköisemmin ovat olleet samaa lajia.

9.1 Värjäyskokeet – silmämääräiset arviot

Värjättyissä näytteissä näkyy eroja jo silmämääräisesti havainnoiden. Molemmista sienistä saatava sävy maailma on samankaltainen – eli alunapuretuksella oranssinpunaista, rautapuretuksella harmaanruskeaa ja tanniinipuretuksella punaruskeaa (KUVAT 4 ja 5). Lisäksi lakkien ja jalkojen erottelu tuo molempien sienten kohdalla esille sen tosiasian, että punaiset väriaineet sijaitsevat pääosin lakissa ja keltaiset väriaineet jalassa (KUVA 7 ja KUVA 9). Kuitenkin hurmeseitkillä saadut värit ovat hieman intensiivisempiä ja vahvempia kuin verihelttaseitikeillä saadut värit. Rautapuretuksella hurmeseitikistä saatu väri on selvemmin tumma punertavasävyinen harmaa, kun taas verihelttaseitikeistä saatu väri on selvemmin ruskeansävyinen. Tanniinipuretuksella saatu väri on molemmilla sienillä hyvin lähellä nollanäytteen (eli purettamattoman) sävyä, mutta eron huomaa oletetusti värinkestossa (aiheesta lisää kappaleissa 9.3 ja 9.4).

9.1.1 Kokonaiset sienet

Kokonaisilla sienillä värjätessä hurmeseitikistä saatiin varsin komea värikirjo (KUVA 4). Apuaineeton nollanäyte (1) sekä synteettisellä tanniinilla tehdyt värjäykset (4=samanaikaispuretettu ja 5=esipuretettu) ovat väreiltään silmämääräisesti arvioiden varsin samankaltaisia punaruskeita, mutta alunapuretettu (2) ja rautapuretettu (3) erottuvat muista selvästi omanlaisilla väreillään. Alunapuretuksella saatiin vahvan oranssinpunaista ja rautapuretuksella tummaa harmaata.



KUVA 4. Hurmeseitikki, värjäykset kokonaisilla sienillä, kaikki pureteaineet.
1) nolla, 2) aluna, 3) rauta ja tanniinit: 4) samanaikaispuretus, 5) esipuretus

Verihelttaseitikistä saatava värimaailma on hyvin samankaltainen kuin hurmeseitikillä (KUVA 5). Samalla tavalla kuin hurmeseitikillä myös verihelttaseitikillä purettamaton nollanäyte (1) ja synteettisellä tanniinilla puretetut näytteet (4=samanaikaispuretettu ja 5=esipuretettu) ovat väreiltään hyvin samankaltaiset. Lisäksi tälläkin sienellä alunapuretettu näyte (2) on oranssinsävyinen ja rautapuretettu näyte (3) selkeästi muita näytteitä tummempi ja harmaampi.



KUVA 5. Verihelttaseitikki, värjäykset kokonaisilla sienillä, kaikki pureteaineet.
1) nolla, 2) aluna, 3) rauta ja tanniinit: 4) samanaikaispuretus, 5) esipuretus

Lähemmin tarkasteltuna sienten väreistä löytyy kuitenkin eroja. Hurmeseitikin oranssinpunainen on hieman intensiivisempi kuin verihelttaseitikin vastaava ja hurmeseitikistä saadaan rautapuretuksella tummaa harmaata, kun taas verihelttaseitikistä rautapuretuksella saatava väri on selvästi punasävyisempi ruskeanharmaa (KUVA 6).



KUVA 6. Kokonaisilla sienillä saatujen värien eroja aluna- ja rautapuretuksilla.
1) & 2) aluna, 3) & 4) rauta

9.1.2 Lakit ja jalat

Lakeilla värjätessä saatiin hyvin samankaltaisia sävyjä kuin kokonaisilla sienillä värjätessä, eli alunapuretuksella oranssia/oranssinpunaista ja rautapuretuksella harmaaruskeaa/tummaa harmaata. Myös hurmeseitikin ja verihelttaseitikkien antamien värien erot ovat vastaavanlaisia kuin kokonaisilla sienillä värjätyissä näytteissä (KUVA 7). Toisin sanoen hurmeseitikkien lakeista saa verihelttaseitikkien lakkeja tummempia ja vahvempia sävyjä ihan samalla tavalla kuin oli kokonaisilla sienillä värjättyjen näytteiden kanssa.



KUVA 7. Värjäykset lakeilla, kaikki näytteet.

1) hurmeseitikki-nolla, 2) verihelttaseitikki-aluna, 3) verihelttaseitikki-rauta,
4) hurmeseitikki-aluna, 5) hurmeseitikki-rauta

Verrattaessa lakeilla värjättyjä näytteitä ja kokonaisilla sienillä värjättyihin näytteisiin, huomataan, että niiden välillä pystyy silmämääräisestikin havaitsemaan eroja (vaikka niitä eroja on hieman hankalaa saada näkymään kuvissa). Lakeilla saadaan yleisesti ottaen punaisempia ja vahvempia värejä kuin kokonaisilla sienillä (KUVA 8).



KUVA 8. Lakeilla ja kokonaisilla sienillä värjättyjen näytteiden eroja.

1–4 hurmeseitikki: 1) lakit-aluna, 2) kokonaiset-aluna, 3) lakit-rauta, 4) kokonaiset-rauta,
5–8 verihelttaseitikki: 5) lakit-aluna, 6) kokonaiset-aluna, 7) lakit-rauta, 8) kokonaiset-rauta

Jaloilla värjättyjä näytteitä tarkasteltaessa nähdään, että molempien sienten jaloista puuttuvat lähes kokonaan punaiset värit, joten lopputulokset ovat kirkkaampia keltaisia ja tummempia ruskeankeltaisia sävyjä (KUVA 9). Verihelttaseitikissä vaikuttaisi olevan enemmän keltaisia väriaineita kuin hurmeseitikissä, sillä sekä alunapuretettu näyte (2) että rautapuretettu näyte (3) on silmämääräisesti arvioiden keltaisempi kuin hurmeseitikin vastaavat näytteet (4 ja 5).



KUVA 9. Värjäykset jaloilla, kaikki näytteet.

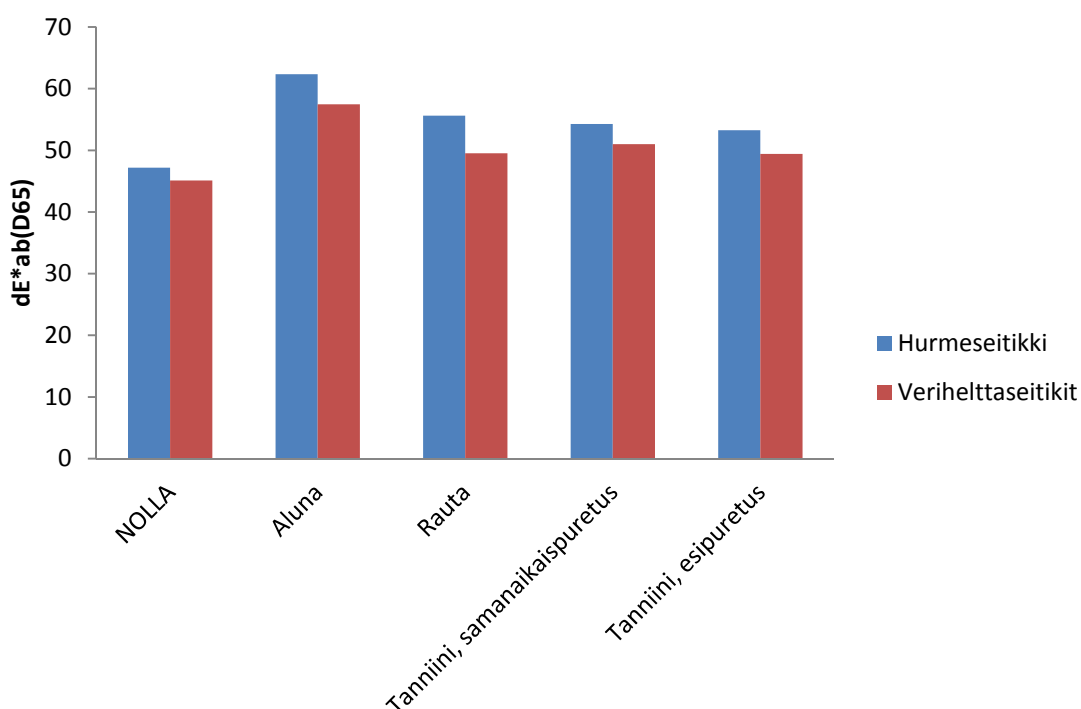
1) hurmeseitikki-nolla, 2) verihelttaseitikki-aluna, 3) verihelttaseitikki-rauta,
4) hurmeseitikki-aluna, 5) hurmeseitikki-rauta

9.2 Värien analysointi CIELAB-laitteella

CIELAB-mittausten avulla haettiin tarkkuutta ja parempaa vertailtavuutta usein hyvin subjektiivisten silmämääräisten arvioiden rinnalle. Monelta osin ne tukivat tehtyjä silmämääräisiä arvioita. Toisaalta ne myös korostivat joidenkin sellaisten värjäysten välisiä eroja, joiden värieroa ja sen laatua oli vaikeampi havainnoida.

9.2.1 Kokonaiset sienet

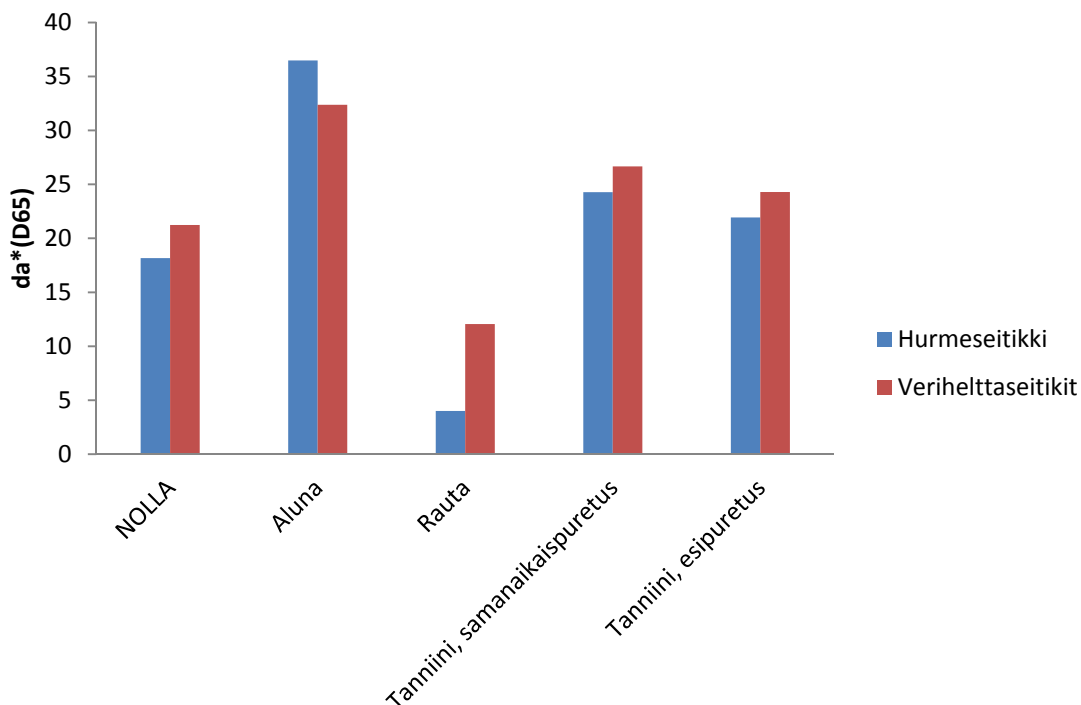
Kuten silmämääräisissä arvioissa huomattiin, värjättyjen näytteiden värisävyissä on eroja. Kun havainnoidaan kokonaisvärimuutosta ($dE^*ab(D65)$) suhteessa värjäämättömään kankaaseen, erot ovat varsin pieniä (KUVA 10). Kuvasta näkee kuitenkin, että molempien sienten värisävy noudattelee samaa linjaa, toisin sanoen molemmista sienistä saa hyvin samankaltaisia värejä. Hurmeseitikistä saatavat värit näyttäisivät kuitenkin kokonaisvärimuutokset kannalta hieman vahvemmilta (eli muutos värjäämättömään kankaaseen oli suurempi kuin verihelttaseitikkien vastaavilla näytteillä). Näytteiden välisiä selvempiä eroja etsittiin puna-viherakselilta (da) ja kelta-siniakselilta (db) ja sieltä niitä alkoi löytyä (KUVA 11 ja KUVA 12).



KUVA 10. Kokonaisilla sienillä värjättyjen näytteiden vertailu. Kokonaisvärimuutos ($dE^*ab(D65)$).

Kuvasta KUVA 11 voidaan huomata, että alunapuretuksella hurmeseitikistä saatava väri on vahvemman punainen kuin verihelttaseitikkien vastaava. Sen sijaan rautapuretuksella verihelttaseitikeistä saatava väri on selvästi punasävyisempi kuin hurmeseitikillä. Synteettisellä tanniinilla puretetuissa näytteissä ei näy suurta eroa

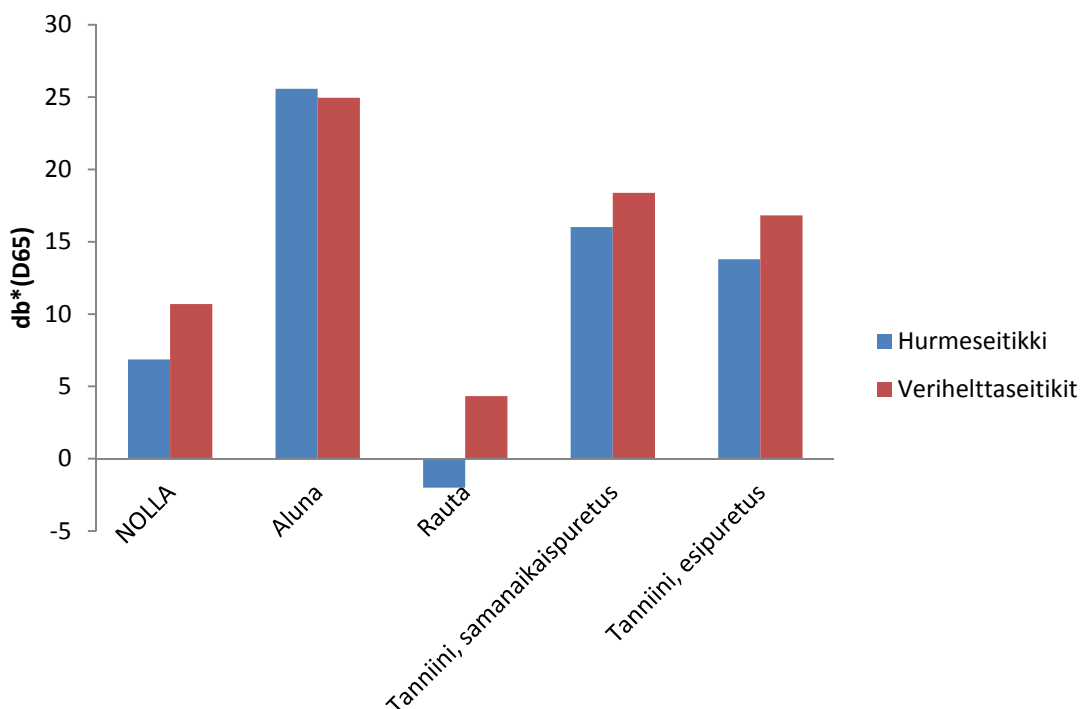
samanaikaispuretuksen ja esipuretuksen välillä, mutta verihelttaseitikeistä saatavat sävyt ovat punaisempia kuin hurmeseitikin vastaavat.



KUVA 11. Kokonaisilla sienillä värjättyjen näytteiden vertailu.

Värinmuutos a-akselilla ($da^*(D65)$), jolloin akselin negatiivisessa päässä on vihreä ja positiivisessa päässä punainen.

Kuvassa KUVA 12 suurin ero näkyy rautapuretetuissa näytteissä. Näistä hurmeseitikillä värjätty näyte ottaa pienen askeleen sinisen suuntaan, vaikka kaikki muut näytteet ovat akselin keltaisella puolella. Alunapuretuksessa keltaisten sävyjen osuus on molempien sienten näytteissä lähes sama, jolloin voimme sekä tämän että edellisen kuvan perusteella päätellä sienten antamien sävyjen eron olevan tällä puretteella lähinnä punaisten sävyjen intensiivisyydessä. Jälleen synteettinen tanniini näyttäisi toimivan yhtä hyvin sekä esipuretuksessa että samanaikaispuretuksessa.

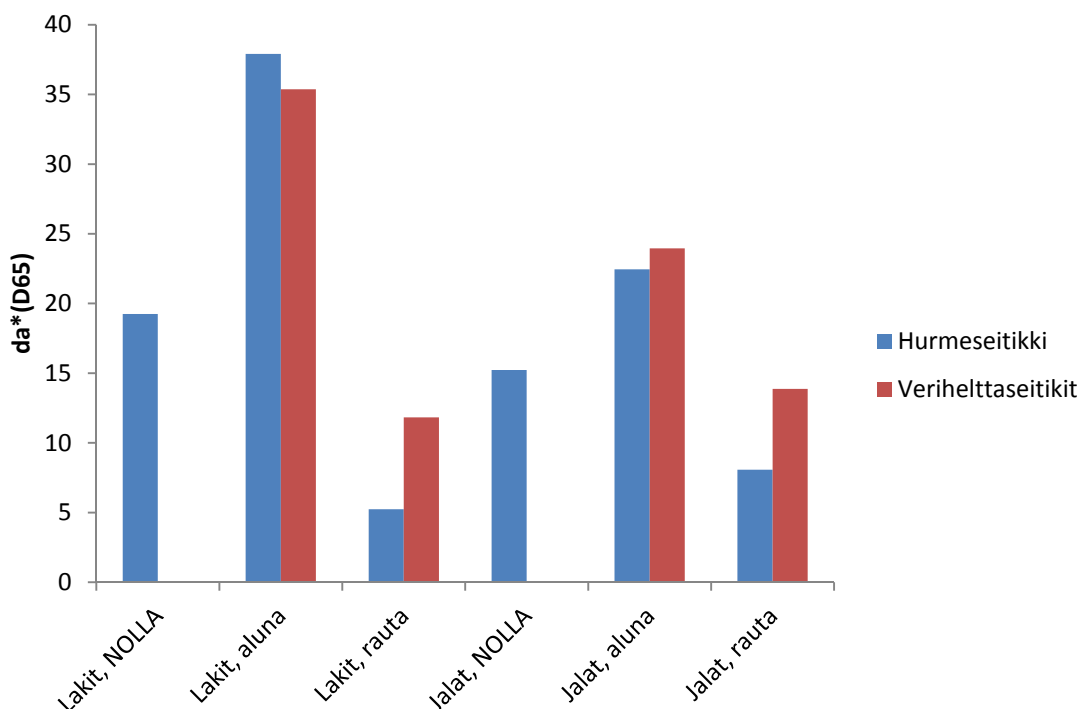


KUVA 12. Kokonaisilla sienillä värjättyjen näytteiden vertailu.

Värimuutos b-akselilla ($db^*(D65)$), jolloin akselin negatiivisessa päässä on sininen ja positiivisessa päässä keltainen.

9.2.2 Lakit ja jalat

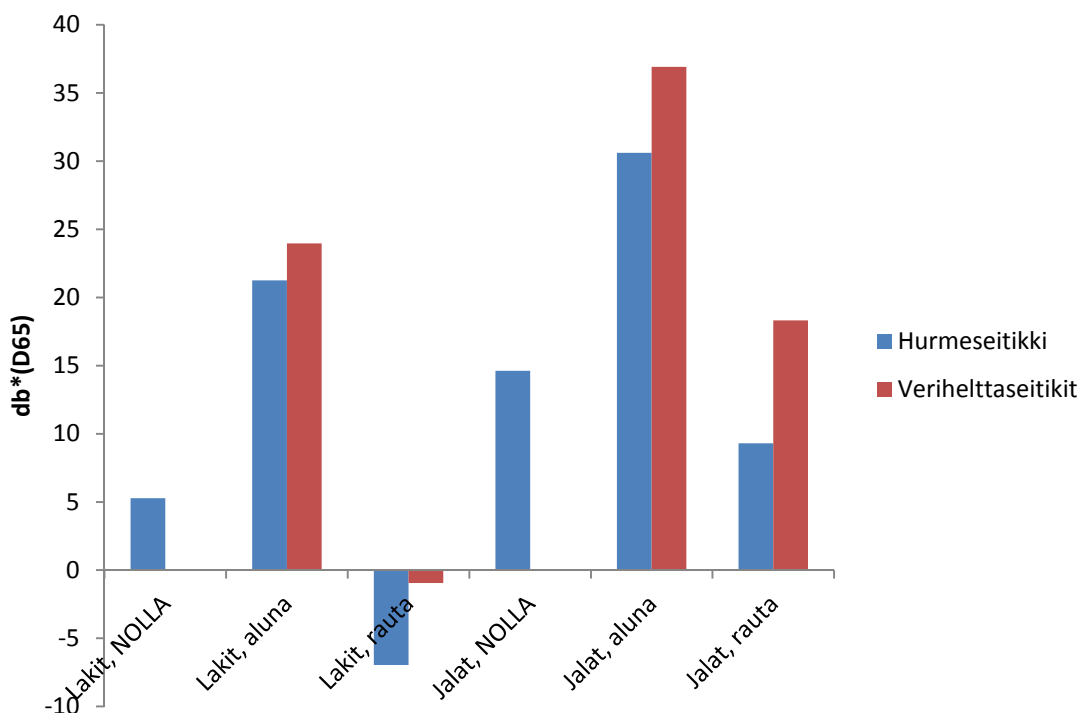
Lakeilla ja jaloilla värjättyjen näytteiden eroja ei myöskään saatu esiin kokonaisvärimuutosta tarkkailemalla, minkä takia se kuvaaja jätettiin pois. Sen sijaan puna-viher- ja kelta-siniakseleilta löytyy näissäkin näytteissä selvempiä eroja (KUVA 13 ja KUVA 14). Kuvasta KUVA 13 nähdään, että hurmeseitikin lakkien antama punainen on hieman intensiivisempi kuin verihelttaseitikeiden vastaava. Lisäksi samasta kuvasta näkee ennakko-oletusten mukaisesti, että lakeista saa selvästi vahvemman punasävyistä väriä kuin jaloista.



KUVA 13. Lakeilla tai jaloilla värjättyjen näytteiden vertailu.

Värimuutos a-akselilla ($da^*(D65)$), jolloin akselin negatiivisessa päässä on vihreä ja positiivisessa päässä punainen.

Kuvassa KUVA 14 näkyy, että hurmeseitikistä rautapuretuksella saadussa värissä on enemmän sinisiä sävyjä kuin missään muussa näytteessä (samalla tavoin kuin kokonaisten sienien kohdalla), mutta tällä kertaa niitä sinisiä sävyjä on enemmän (kokonaiset sienet -2, lakit -6,95). Kuitenkin tällä kertaa myös verihelttaseitikinäytteet ovat siirtyneet arvoissa negatiivisen puolelle (kokonaiset sienet 4,33, lakit -0,94). Lisäksi kuvasta KUVA 14 huomaa selvästi, että verihelttaseitikkien jaloissa on enemmän keltaisia sävyjä kuin hurmeseitikin jaloissa.



KUVA 14. Lakeilla tai jaloilla värjättyjen näytteiden vertailu.

Värimuutos b-akselilla ($db^*(D65)$), jolloin akselin negatiivisessa päässä on sininen ja positiivisessa päässä keltainen.

9.3 Pesunkesto

Pesunkestotesteissä käytetty pesuaine ei ollut sellaista, jota luonnonväreillä värjättyille tuotteille suositellaan. Standardin mukainen pesuaine muuttaa pesuliuoksen selvästi emäksiseksi, mikä helposti muuttaa luonnonvärien sävyä. Tässä tutkimuksessa päädyttiin siitä huolimatta käyttämään standardin mukaista pesuainetta, koska niin vahvalla pesuaineella voisi olettaa saatavan esille selkeitä värimuutoksia, joita on helppo havainnoida. Miedommalla ja pH:ltaan neutraalimmalla pesuaineella pestynä tuotteiden värien voisi olettaa kestävän paremmin kuin tässä kokeessa.

9.3.1 Kokonaiset sienet

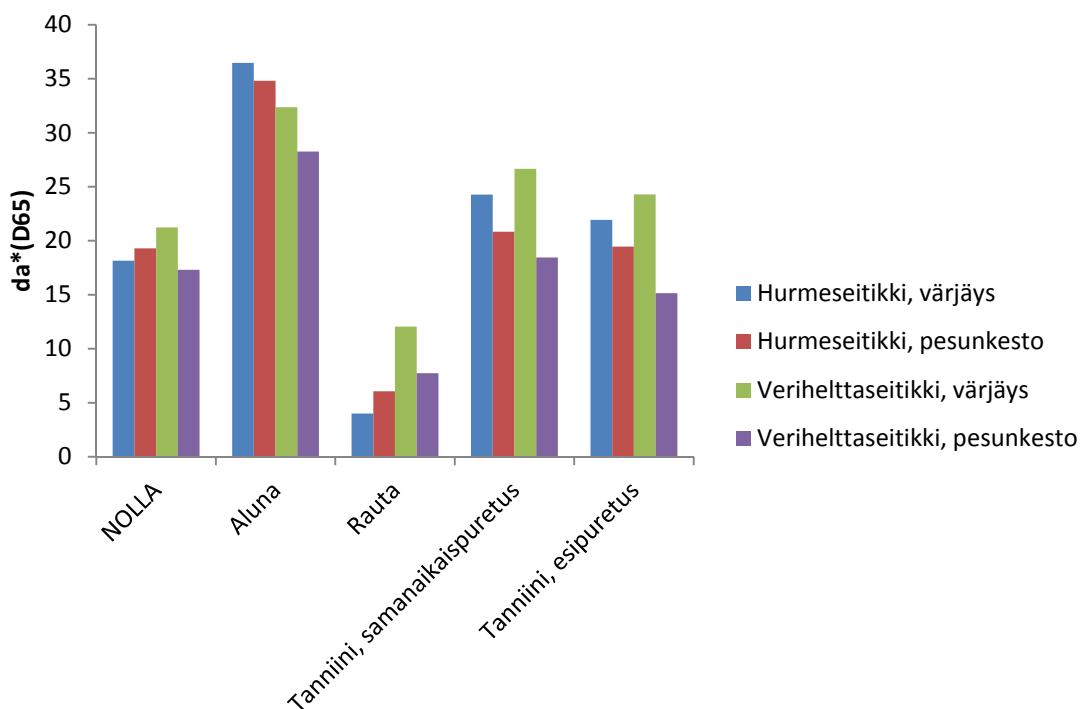
Silmämääräisesti havainnoiden voi huomata, että pestyistä koeliuskoista lähes kaikki muuttivat sävyään violetin suuntaan (KUVA 15). Näytteiden värit eivät kuitenkaan näyttäneet vahvasti haalistuneen.



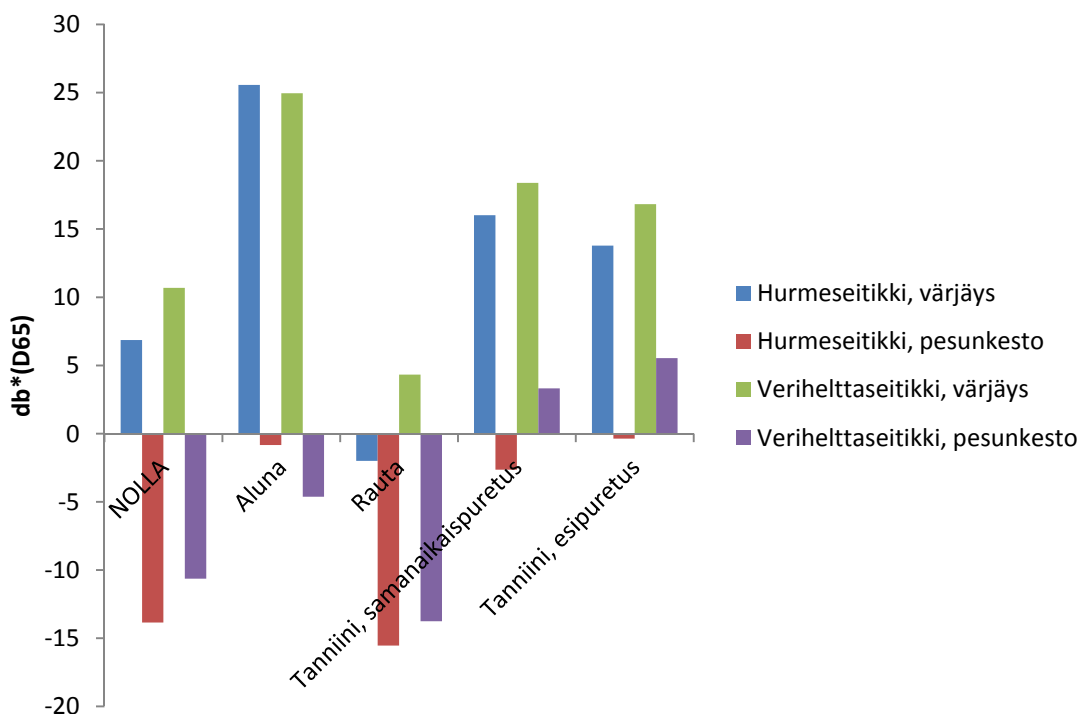
KUVA 15. Hurmeseitikki- ja verihelttaseitikkinäytteiden pesunkestot.

1) ja 6) purettamaton nollanäyte, 2) ja 7) aluna, 3) ja 8) rauta, 4) ja 9) tanniini (samanaikaispuretus), 5) ja 10) tanniini (esipuretus)

CIELAB-laitteella tehdyt värimittaukset pesunkestotestiliuskoista vahvistivat silmämääräisesti tehtyjä havaintoja. Värinmuutos punaisen suhteen ei ollut kovinkaan merkittävä (KUVA 16), mutta sävyjen muutos sinisempään suuntaan näkyy hyvin selvästi kuvan KUVA 17 sini-kelta-akselilla.



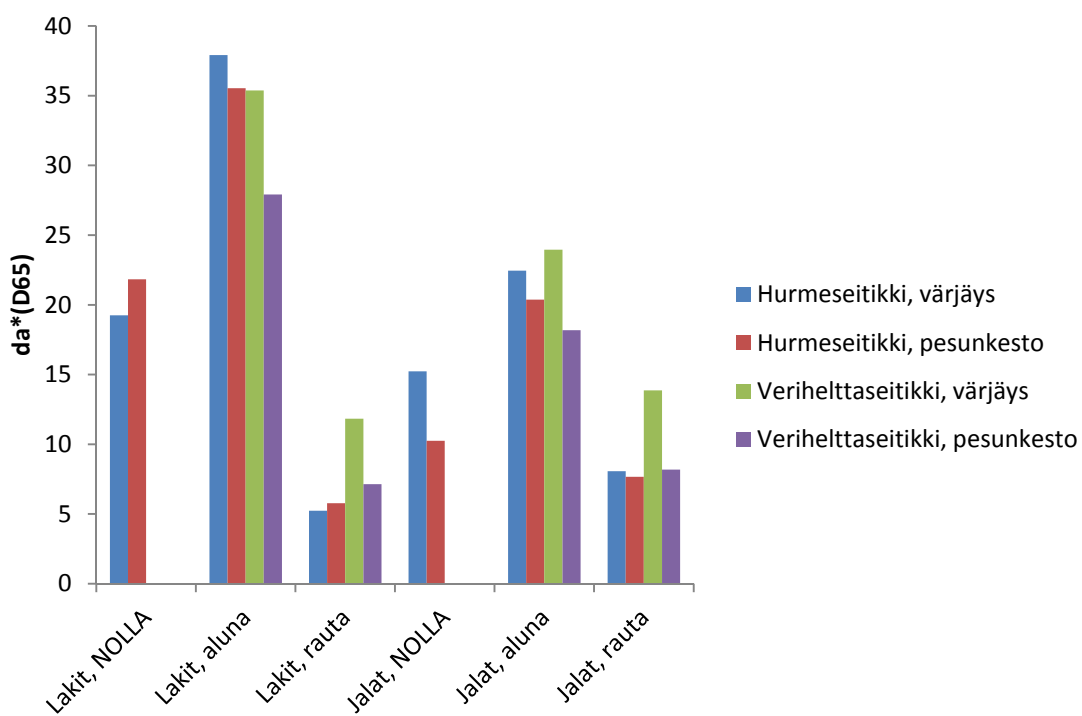
KUVA 16. Kokonaisilla sienillä värjättyjen näytteiden pesunkestojen vertailu. Värimuutos a-akselilla ($da^*(D65)$), jolloin akselin negatiivisessa päässä on vihreä ja positiivisessa päässä punainen.



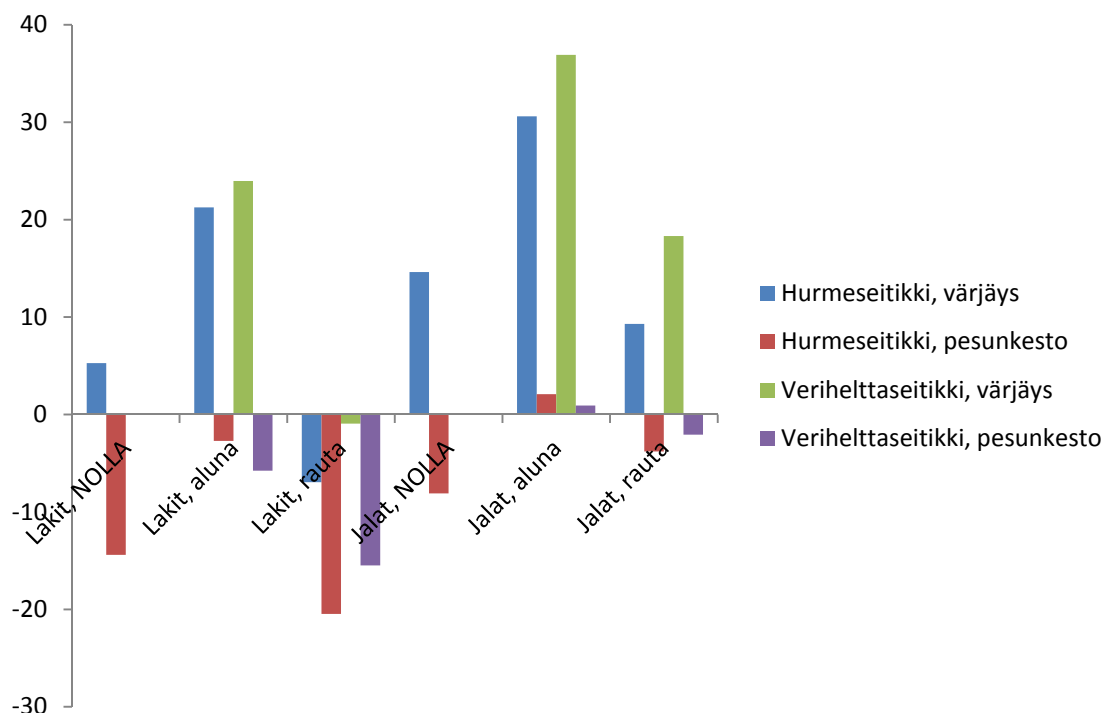
KUVA 17. Kokonaisilla sienillä värjättyjen näytteiden pesunkestojen vertailu. Värimuutos b-akselilla ($db^*(D65)$), jolloin akselin negatiivisessa päässä on sininen ja positiivisessa päässä keltainen.

9.3.2 Lakit ja jalat

Lakeilla ja jaloilla tehtyjen värjäysten pesunkestotestit noudattivat tulosten osalta samaa kaavaa kokonaisten sienten kanssa. Punaisten sävyjen suhteen muutokset eivät olleet erityisen merkittäviä, mutta lähes kaikki sävyt olivat muuttuneet selvästi sinertävämmiksi (KUVA 18 ja KUVA 19).



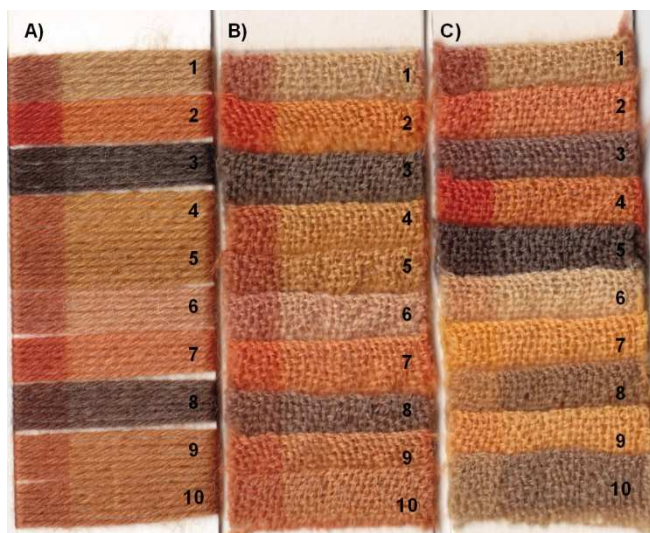
KUVA 18. Lakeilla tai jaloilla värjättyjen näytteiden pesunkestojen vertailu. Värinmuutos a-akselilla ($da^*(D65)$), jolloin akselin negatiivisessa päässä on vihreä ja positiivisessa päässä punainen.



KUVA 19. Lakeilla tai jaloilla värjättyjen näytteiden pesunkestojen vertailu. Värimuutos b-akselilla ($\Delta b^*(D65)$), jolloin akselin negatiivisessa päässä on sininen ja positiivisessa päässä keltainen.

9.4 Valonkesto

Valonkestotesti jäi vajaaksi, sillä kone oli hajonnut 55 tunnin kohdalla. Yleensä näytteitä valotetaan noin 200 tuntia. Lampun teho ja sen heikkeneminen vaikuttavat lopputulokseen, minkä takia siniasteikko valotetaan aina näytteiden kanssa samaan aikaan. Lyhyestä valotusajasta huolimatta näytteissä oli kuitenkin nähtävissä selviä värimuutoksia. Näytteitä (KUVA 20) verrattiin pääosin samassa valotuksessa olleeseen siniasteikkoon, mutta apuna käytettiin myös aiempien tutkimusten siniasteikkoja tämän epäonnisen lyhyen valotuksen takia (KUVA 21). Jokainen näyte sai arvon välillä 1–8, joista 1 tarkoitti kaikkein haalistuneinta. Kiinnostava huomio jaloilla värjättyissä näytteissä oli rautapuretettujen kankaiden värin tummuminen valotuksen seurauksena (KUVA 20, näytteet C8 ja C10).



KUVA 20. Värjäysnäytteiden valonkestot.

A) lankanäytteet (kokonaiset sienet), B) kangasnäytteet (kokonaiset sienet), C) kangasnäytteet (lakit ja jalat). Näytteiden tarkemmat selitykset alla olevassa taulukossa.

A) & B)

Hurmeseitikki, kokonainen

A1 & B1 NOLLA
A2 & B2 aluna
A3 & B3 rauta
A4 & B4 tanniini, samanaikaisporetus
A5 & B5 tanniini, esiporetus

Verihelttaseitikki, kokonainen

A6 & B6 NOLLA
A7 & B7 aluna
A8 & B8 rauta
A9 & B9 tanniini, samanaikaisporetus
A10 & B10 tanniini, esiporetus

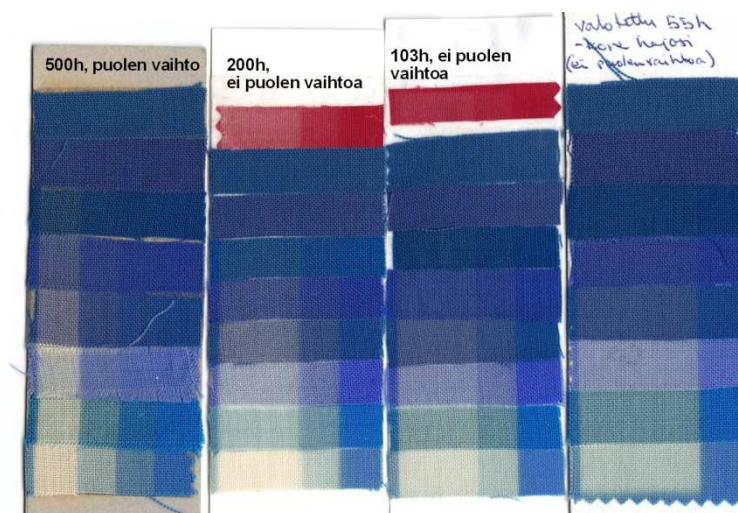
C)

Lakit

C1 hurmeseitikki, NOLLA
C2 verihelttaseitikki, aluna
C3 verihelttaseitikki, rauta
C4 hurmeseitikki, aluna
C5 hurmeseitikki, rauta

Jalat

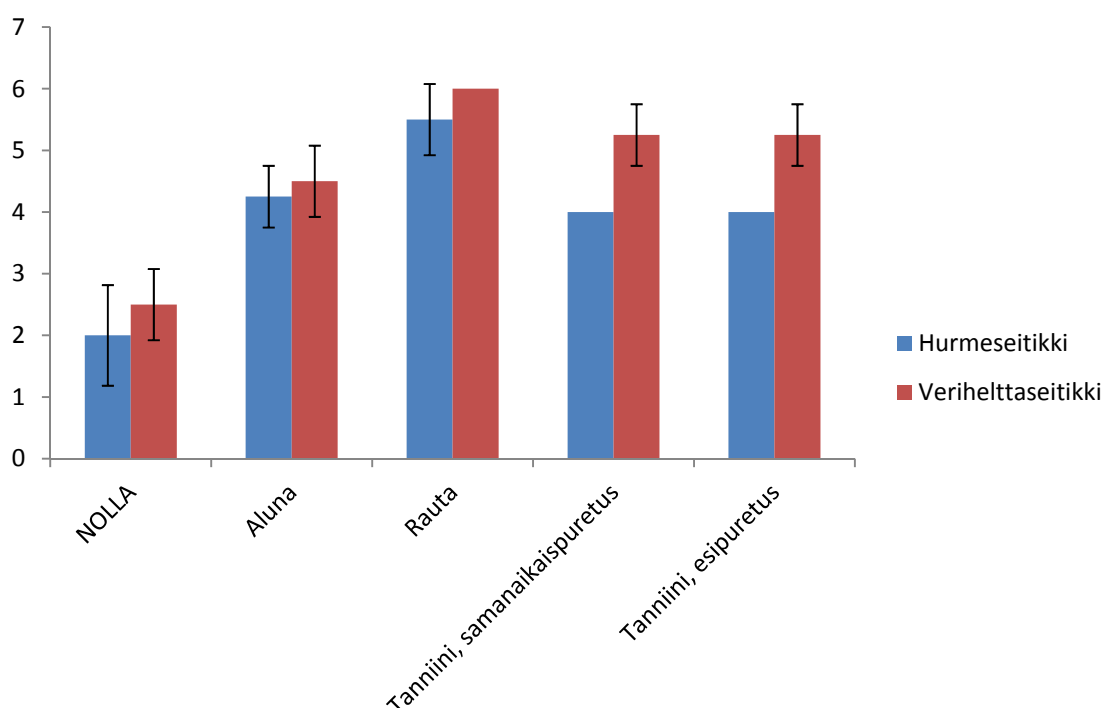
C6 hurmeseitikki, NOLLA
C7 verihelttaseitikki, aluna
C8 verihelttaseitikki, rauta
C9 hurmeseitikki, aluna
C10 hurmeseitikki, rauta



KUVA 21. Siniasteikot, joiden avulla arviointi tehtiin.

Oikealla asteikko, joka oli näytteiden kanssa samassa valotuksessa. Aiempien tutkimusten asteikot olivat apuna, koska varsinainen asteikko jäi puutteelliseksi lyhyen valotusajan takia. Valotusajat merkitty kuvaan.

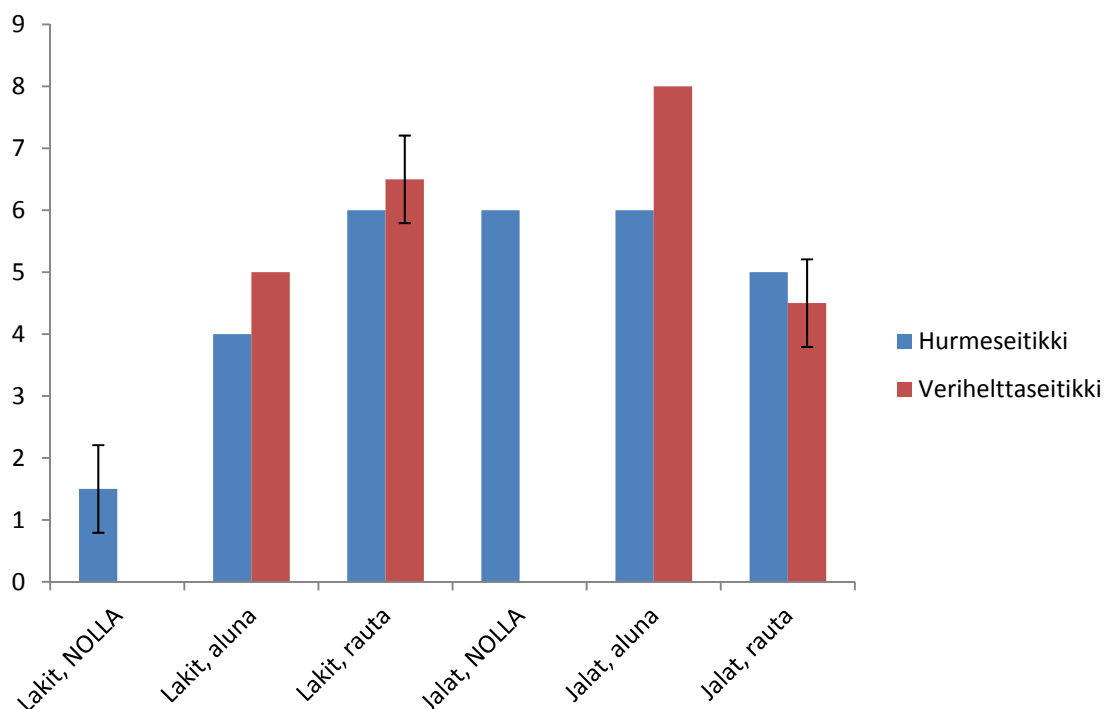
Näytteille saatiin kahden eri ihmisen arviot, joiden avulla kuvaajat piirrettiin. Kokonaisilla sienillä värjättyissä näytteissä arvioitiin sekä lanka- että kangasnäytteet. Kuvaajiin on lisätty myös keskihajonnat, jotta erot arvioissa näkyisivät paremmin (KUVA 22 ja KUVA 23). Kuvasta KUVA 22 näkee, että kaikilla puretetuilla näytteillä on kohtalainen valonkesto. Purettamaton nollanäyte on ainut, joka on selvästi muita heikompi valonkestoltaan, mikä oli täysin oletettavissa. Rautapuretetuilla näytteillä vaikuttaisi olevan hieman parempi valonkesto kuin muilla, mutta keskihajonnat ovat sen verran suuria, etteivät erot ole kovinkaan merkittäviä. Tanniinipuretettujen näytteiden kohdalla näyttäisi verihelttaseitikkillä olevan hurmeseitikkiä parempi valonkesto, mutta verihelttaseitikkinäytteiden alkuperäinen väri oli selvästi hurmeseitikistä saatuja haaleampi, mikä saattaa vaikeuttaa niiden vertailua.



KUVA 22. Kokonaisilla sienillä värjättyjen näytteiden valonkesto. Käytetty sekä langoista että kankaista tehtyjä arvioita (4 arviota/näyte). Asteikko: 1 = haalistuu selvästi, 8 = ei haalistu

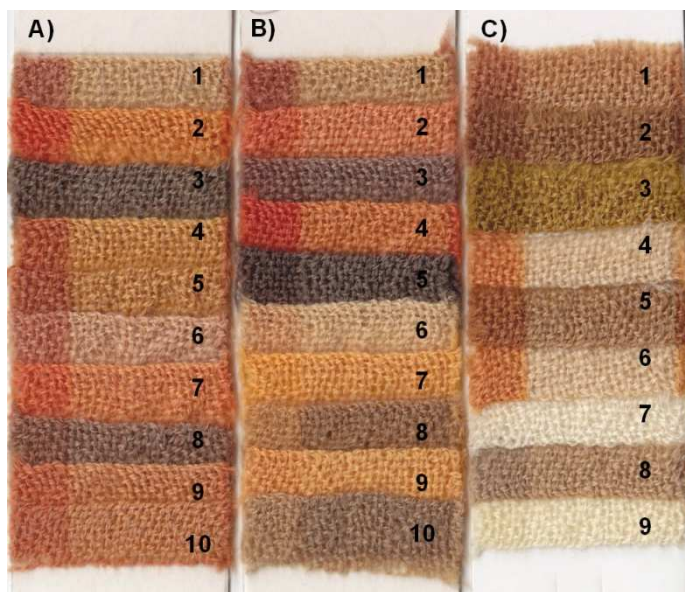
Lakeilla ja jaloilla värjättyt näytteet vaikuttaisivat olevan valonkestoltaan myös keskitasoa (KUVA 23). Ainut poikkeus näyttäisi olevan alunapuretettu ja verihelttaseitikkien jaloilla värjätty näyte, joka on saanut arvon 8. Jälleen purettamaton

nollanäyte (lakeilla värjätty) oli värinkestoltaan varsin huono, mutta yllätykseksi hurmeseitikin jaloilla värjätty purettamaton nollanäyte näyttäisi olleen valonkestoltaan keskitasoa. Värjäyksessä saatu sävy oli kuitenkin niin haalea, että valonkeston arviointi oli vaikeampaa kuin muiden näytteiden kohdalla. Tarvitsevatko näiden sienten keltaiset sävyt selvemmin pureteainetta kiinnittyäkseen kuituun kuin punaiset sävyt?



KUVA 23. Lakeilla tai jaloilla värjättyjen näytteiden valonkesto.
Asteikko: 1 = haalistuu selvästi, 8 = ei haalistu

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että sekä hurmeseitikistä että verihelttaseitikistä saadaan valonkestoltaan varsin hyviä luonnollisia sävyjä. Tämä värien kestävyys tulee selvästi esille vertailtaessa tämän gradun näytteitä toisen gradun näytteisiin, jotka olivat samassa lyhyessä valotuksessa. Punajuuresta saatavat vastaavat sävyt hävisivät lähes kokonaan sienistä saatujen värien säilyessä (KUVA 24).



KUVA 24. Vertailu toisen gradun näytteisiin (Kathrin Torvinen, käsikirjoitus), jotka olivat samassa valotuksessa tämän gradun näytteiden kanssa.

A) kokonaiset sienet, B) lakit ja jalat,

C) Kathrinin näytteet:

- 1) punasipuli, eri puretetta, 2) punasipuli, raparperi, 3) punasipuli, aluna,
- 4) punajuuri, ei puretetta, 5) punajuuri, raparperi, 6) punajuuri, aluna,
- 7) mandariini, ei puretetta, 8) mandariini, raparperi, 9) mandariini, aluna

10 Pohdinta

Mitä me tästä tutkimuksesta opimme? Ensinnäkin selvisi, että vaikka sekä hurmeseitikeistä että verihelttaseitikeistä eri pureteaineilla saatavat värit ovat varsin samankaltaisia, niissä on myös eroja. Erityisesti raudalla purettaessa hurmeseitikeistä löytyy selvästi verihelttaseitikkejä enemmän siniseen vivahtavia sävyjä, mikä saattaa kertoa niiden sisältävän jotain sellaista väriainetta, jota verihelttaseitikeissä ei ole. Lisäksi verihelttaseitikeissä yleisesti ottaen on enemmän keltaisia värejä kuin hurmeseitikeissä. Høiland (1983, 100) jakaa verihelttaseitikit kahteen ryhmään, joista toisessa on keltaista emodiinia ja toisessa ei. Toisaalta hän sanoo myös, että emodiinia sisältämättömät verihelttaseitikit ovat Pohjoismaissa yleisempiä kuin emodiinia sisältävät, joten ilman tarkempaa väriaineanalyysia on vaikea sanoa kumpaan ryhmään tähän tutkimukseen kerätyt sienet kuuluvat. Emodiini ei kuitenkaan ole ainut keltainen antrakinoniväri, vaikka monissa lähteissä verihelttaseitikin kohdalla puhutaan ainoastaan punaisesta dermokybiinistä ja keltaisesta emodiinista (esimerkiksi Lundmark & Marklund, 2009, 189).

Tutkimuksen tuloksia katsoessa tulee kuitenkin muistaa, että jokaisessa tutkimuksessa on heikkoutensa ja kompastuskivensä, jotka saattavat vääristää tuloksia. Tällä kertaa törmäsimme haasteisiin sienien lajintunnistuksessa. Sienistä – ja erityisesti seitikeistä – ei tiedetä vielä riittävästi, jotta voitaisiin varmaksi sanoa, että lajinmääritykset ovat ehdottoman varmoja. Niskanen ym. (2008, 130) toteavat, että seitikkien määrittäminen muille kuin ammattilaisille on tällä hetkellä lähes mahdotonta, sillä seitikeistä ei ole julkaistu suomenkielistä opasta ja lisäksi paljon käytetty ruotsalainen Cortinarius Flora Photographica sisältää vain 25 prosenttia Suomen arvioidusta lajimäärästä. Mainittu teos sisältää myös paljon virheitä ja verihelttaseitikin lisäksi monet muutkin kuvaukset sisältävät useita lajeja. Onneksi tässä tutkimuksessa on saatu lajintuntemusapua sienitietämyksen ammattilaisilta. Vaikka on se tunnistus haastavaa ammattilaisillekin. Høiland (1983, 102–103) piti nimellä *Dermocybe sanguinea* var. *vitiosa* M.M. Moser kuvattua lajia hurmeseitikin (tekstissä *Cortinarius phoeniceus*) tummempana ja pienempänä muotona

mikroskooppisten ja kemiallisten tuntomerkkien samankaltaisuuden takia. Sen sijaan Niskanen, Laine, Liimatainen ja Kytövuori (2012, 250) kuitenkin toteavat, että heidän tutkimuksissaan *D. sanguine* var. *vitiosa* on sekä veriseitikkistä (*C. sanguineus*) että hurmeseitikkistä erillinen laji. Se tunnetaan nykyään paremmin nimellä *Cortinarius vitiosa*, palttuseitikki. Samalla tavalla haastava näyttäisi olevan Miriam Ricen (1980) ylistämä *Cortinarius phoeniceus* var. *occidentalis*. Høiland (1983, 103) sanoo sen olevan lähellä hurmeseitikin tummaa variaatiota, vaikka jalka onkin vaaleampi. Tummalla variaatiolla oletettavasti tarkoitetaan nykyisin erilliseksi lajiksi luokiteltavaa palttuseitikkää, eli Ricen kehuma sieni ei välttämättä ole läheistä sukua hurmeseitikille.

Tässä tutkimuksessa käytetyt hurmeseitikit saatiin kerättyä läheltä toisiaan yhtenä keräyspäivänä, joten suurella todennäköisyydellä olemme onnistuneet keräämään vain yhtä lajia. Toisaalta eri seitikkilajien itiöemät voivat kasvaa ihan vieretysten, mikä lisää sekaannusten riskiä. Niskanen (2008, 8) toteaa sekoittuneiden keräysten olevan varsin yleisiä. Yritimme kuitenkin olla tarkkana ja kerätä sieni kerrallaan, jolloin sekaannusten riski on pienempi. Verihelttaseitikkien kanssa on enemmän epävarmuutta, sillä niitä ei alun perin kerätty tätä tutkimusta varten. Omaan käyttöön kerättyjen sienten merkitseminen oli tutkimuksen näkökulmasta paikoin varsin puutteellista. Onneksi yhden päivän verihelttaseitikkikeräys oli riittävän suuri tätä tutkimusta varten. Tällöin todennäköisyys samasta lajista on suurempi kuin useamman päivän (ja useiden eri paikkojen) keräyksiä yhdisteltäessä. Lajintunnistushaastetta verihelttaseitikkien kohdalla aiheutti myös vähän aikaa sitten toteutettu useaksi uudeksi lajiksi jakaminen, jota ei keräysvaiheessa osattu ottaa huomioon. Siitä löytyy kuitenkin enemmän tietoa kappaleesta 4.2.1. Tässä tutkimuksessa verihelttaseitikkejä päätettiin käsitellä lajiryhmänä, jolloin mukana voi olla useampia lajeja. Tämä saattaa näkyä väriainekoostumuksissa, jos näiden lajien välillä on eroja. Tässä olisi yksi erittäin kiinnostava lisätutkimusaihe, sillä oletettavasti kukaan ei ole vielä aihetta tutkinut.

Itiöemän ikä vaikuttaa värjäystulokseen etenkin sekä keltaisia että punaisia väriaineita sisältävissä sienissä. Keltaiset väriaineet ovat rakenteeltaan yksinkertaisempia, jolloin ne muodostuvat biosynteesireitillä punaisia väriaineita aiemmin (Räisänen et al., 2015,

57). Toisin sanoen nuorista sienistä saadaan keltaisempia sävyjä kuin vanhoista. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan pystytty erittelemään eri-ikäisiä sieniä, joten tämä vaikutus on saattanut tuoda ainoastaan jotain ylimääräistä hajontaa värjäystuloksiin. Molempien lajien keräyksissä oli kuitenkin silmämääräisesti arvioiden varsin tasainen ikäjakauma, mikä parantaa niiden vertailukelpoisuutta. Tästä voisi myös olla kiinnostavaa tehdä lisätutkimusta. Samoin pakastuksen ja/tai kuivaamisen vaikutuksista. Tetri (2008, 84) toteaa, että kuivatut sienet antavat paremmin väriä kuin tuoreet. Tässä tutkimuksessa käytettiin pelkästään kuivattuja sieniä. Sen sijaan lakkien ja jalkojen antamien sävyjen eroja tutkittiin molemmilla sienilajeilla. Verihellettaseitikkien lakeista sanotaan saatavan vahvaa punaista ja jaloista keltaisen ja oranssin sävyjä (Räisänen et al., 2015, 57). Tulokset olivat odotetun kaltaisia verihellettaseitikkien kohdalla ja sama ilmiö toteutui myös hurmeseitin lakit ja jalat erottelemalla. Ilmeisesti molemmissa sienissä punaiset antrakininonit varastoituvat pääosin helttoihin ja keltaiset jalkoihin.

Monien luonnonväriaineet värisävyt muuttuvat emäksisillä liuoksilla käsiteltäessä (Räisänen, 2009, 197). Tästä syystä luonnonväriaineilla värjätuille tuotteille suositellaan neutraalia pesuainetta. Tässä tutkimuksessa käytettiin kuitenkin standardin mukaista pesuainetta, vaikka se ei ollutkaan suositusten mukaista. Sillä saatiinkin selviä muutoksia aikaiseksi. Pesunkestotesteissä havaittiin, että vahvasti emäksinen pesuaine muuttaa näistä sienistä saatavia värejä sinisempään suuntaan. Toisin sanoen näiden värien kohdalla on suositus neutraalista pesuaineesta perusteltua. Värin haalistumista pesussa ei todettu, mutta sitä oli hieman vaikea arvioida muuttuneen värisävyä takia.

Suurin osa luonnonväreistä haalistuu aluksi nopeasti ja sen jälkeen haalistuminen hidastuu. Sen sijaan monet valonkestoltaan hyvät väriaineet, kuten antrakininonit, haalistuvat vähitellen. (Räisänen, 2009, 197.) Tässä tutkimuksessa valonkestotestin tulokset ovat testilaitteiston hajoamisen takia vain suuntaa-antavia. Niistä voi kuitenkin todeta näiden värien haalistuvan valon vaikutuksesta jonkin verran. Lundmark ja Marklund (2009, 193) sanovat hurmeseitistä saatavien värien kestävän heikommin kuin monista muista Dermocybe-seitikeistä saatavat värit, mutta tässä

tutkimuksessa ei havaittu merkittävää eroa haalistumisessa veriheltaseitikkien ja hurmeseitikin välillä.

Seitikeissä suurin osa väriaineista esiintyy glukosideina (E. Sundström, 2002, 50). Väriaineeseen kiinnittynyt glukoosi ei vaikuta väriin, mutta se tekee molekyylistä niin vesiliukoisen, että värinkesto heikkenee. Tästä syystä värjättyjen tuotteiden ensimmäiseen huuhteluveteen olisi hyvä lisätä etikkaa, joka poistaa glukoosin ja parantaa värinkesto (C. Sundström & E. Sundström, 1983, 21). Tämän tutkimuksen värjäykset oli tehty kauan ennen kuin löysin ensimmäisen maininnan etikan käyttämisestä. Tästä syystä tätä värin kiinnittymistä parantavaa toimenpidettä ei tehty, mikä on saattanut heikentää tutkittujen kankaiden ja lankojen värinkesto. Räisänen (2009, 193) mainitsee, että nimenomaan tuoreiden veriseitikkien väriaineista 90 prosenttia on glykosideina. En kuitenkaan löytänyt lähdeä, joka olisi kertonut onko kuivatuilla sienillä (joita tässä tutkimuksessa käytettiin) tilanne erilainen. Tätäkin olisi kiinnostava tutkia lisää.

Synteettisellä tanniinilla esipurettaminen muutti värjättävien materiaalien sävyä rusehtavaksi. Osa tanniinipurettettujen näytteiden ruskeista sävyistä ei siis ole peräisin sienistä vaan tanniinista. Høilandin (1983, 102) mukaan hurmeseitikki sisältää vaihtelevia määriä dermorubiinia, joka on happoväriaineiksi luokiteltavia yhdisteitä. Ne siis eivät tarvitse pureainetta, vaan ainoastaan happaman värjäysliemen (Räisänen et al., 2015, 203). Värjäysten yhteydessä varmuuden vuoksi mitatut pH:t olivat kaikki happaman puolella (noin 4–6), joten happoväritkin ovat hyvin voineet tarttua kuituihin. Toisaalta tässä tutkimuksessa ei ollut tarkoituksena erotella pureteaineen avulla kiinnittyviä väriaineita happoväreistä. Tämä on vaan yksi vaihtelua aiheuttava tekijä muiden joukossa, sillä pH:ta ei erikseen pyritty laskemaan tietylle tasolle, jolloin värjäysliemien välillä oli eroja, jotka ovat saattaneet vaikuttaa happovärien kiinnittymiseen.

Lähteet

- Aittomäki, R., Colliander, H., & Kotiranta, H. (2010). *Luonnosta väriä lankoihin*. Tammi.
- Anttila, P. (2000). *Tutkimisen taito ja tiedon hankinta: taito-, taide- ja muotoilualojen tutkimuksen työvälineet* (3. painos). Hamina: Akatiimi Oy.
- Arnkil, H. (2007). *Värit havaintojen maailmassa*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Brandrud, T. E., Lindström, H., Marklund, H., Melot, J., & Muskos, S. (1989). *Cortinarius Flora Photographica 1*. Fotoflora.
- Brandrud, T. E., Lindström, H., Marklund, H., Melot, J., & Muskos, S. (1994). *Cortinarius Flora Photographica 3*. Fotoflora.
- Cardon, D. (2007). *Natural dyes*. Lontoo: Archetype publications.
- Christie, R. M. (2015). *Colour Chemistry* (2. painos). Royal Society of Chemistry.
- Elintarviketurvallisuusvirasto. (2016). Elintarvikkeiden lisäaineet.
<https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tietoa-elintarvikkeista/koostumus/elintarvikeparanteet/lisaaaineet/e-koodit/e12010/>,
 luettu 29.11.2016
- Ganglberger, E. (2009). Environmental aspects and sustainability. Teoksessa: T. Bechtold & R. A. M. Mussak (Eds.), *Handbook of natural colorants* (ss. 353–366). West Sussex, UK: John Wiley & sons.
- Geissler, S. (2009). Economic aspects of natural dyes. Teoksessa: T. Bechtold & R. A. M. Mussak (Eds.), *Handbook of natural colorants* (ss. 367–384). West Sussex, UK: John Wiley & sons.
- Heikkinen, S. (2010). *Kestävää väriä luonnosta?: Pajunkuorella (Salix phylicifolia) ja raparperinlehdillä (Rheum x cultorum) purettamisen vaikutus verihellettaseitkillä (Dermocybe semisanguinea) värjätyn villan väriin ja värinkeston. Pro gradu - tutkielma*, Helsingin yliopisto.
- Hibbett, D. S., Binder, M., Bischoff, J. F., Blackwell, M., Cannon, P. F., Eriksson, O. E., ... Zhang, N. (2007). A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research*, 111(5), 509–547.

- Hiltunen, S. (2005). *Sinistä sienillä?: Suomuorakkaalla Sarcodon squamosus värjätyn villaneuloksen väri ja värinkestot*. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto.
- Hintsanen, P. (2016). Väriainetyyppejä.
<http://www.coloria.net/fysiikka/variainetyypit.htm>, luettu 29.11.2016.
- Härkönen, M. (2013). Sienet ja ihminen. Teoksessa: S. Timonen & J. Valkonen (Eds.), *Sienten biologia* (ss. 341–354). Gaudeamus Helsinki University Press.
- Høiland, K. (1983). Cortinarius subgenus Dermocybe. *Opera Botanica*, 71, 113.
- Kylmälahti, L. (2013). *Selluloosakuitujen painovärjäys luonnonväreillä: puretus- ja apuaineiden vaikutus verihelttaseitillä ja sipulilla painettujen kankaiden värinkestoon*. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto.
- Kytövuori, I., Nummela-Salo, U., Ohenoja, E., Salo, P., & Vauras, J. (2005). Helttasienten ja tattien levinneisyystaulukko. Teoksessa: *Suomen helttasienten ja tattien ekologia, levinneisyys ja uhanalaisuus* (ss. 105–224). Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 769.
- Libonati-Barnes, S. D. (1980). Identifying and classifying mushrooms for color. Teoksessa: M. Rice & D. Beebe (Eds.), *Mushrooms for color* (ss. 60–77). Kalifornia: Eureka.
- Liimatainen, K. (2013). *Towards a better understanding of the systematics and diversity of Cortinarius, with an emphasis on species growing in boreal and temperate zones of Europe and North America*. Väitöskirja, Helsingin yliopisto.
- Loukojärvi, L.-K. (2010). *Pesuaineen vaikutus luonnonväriaineilla värjätyn villan värisävyyn ja värinkestoon*. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto.
- Lundmark, H., & Marklund, H. (2009). *Färgsvampar & svampfärgning*. Bollstabruk: Motagg.
- Melo, M. J. (2009). History of natural dyes in the ancient mediterranean world. Teoksessa: T. Bechtold & R. A. M. Mussak (Eds.), *Handbook of natural colorants* (ss. 3–19). John Wiley & sons.
- Myllys, L., Stenroos, S., & Huhtinen, S. (2013). Sienten luokittelu ja evoluutio. Teoksessa: S. Timonen & J. Valkonen (Eds.), *Sienten biologia* (ss. 11–47).

Gaudeamus Helsinki University Press.

Niskanen, T. (2008). *Cortinarius subgenus Telamonia p.p. in North Europe*. Väitöskirja. Helsingin yliopisto.

Niskanen, T., Laine, S., Liimatainen, K., & Kytovuori, I. (2012). *Cortinarius sanguineus* and equally red species in Europe with an emphasis on northern European material. *Mycologia*, 104(1), 242–253.

Niskanen, T., Liimatainen, K., & Kytövuori, I. (2008). Suomen seitikkien (*Cortinarius*) systematiikka, ekologia ja levinneisyys. Teoksessa: *Puutteellisesti tunnettujen ja uhanalaisten metsälajien tutkimusohjelma Loppuraportti* (ss. 128–130). Helsinki: Suomen ympäristö.

Rice, M., & Beebe, D. (1980). *Mushrooms for color*. Kalifornia: Eureka.

Räisänen, R. (2002). *Anthraquinones from the fungus Dermocybe sanguinea as textile dyes*. Väitöskirja, Helsingin yliopisto.

Räisänen, R. (2009). Dyes from lichens and mushrooms. Teoksessa: T. Bechtold & R. Mussak (Eds.), *Handbook of natural colorants* (ss. 183–199). West Sussex, UK: John Wiley & sons.

Räisänen, R., Primetta, A., & Niinimäki, K. (2015). *Luonnonväriaineet*. Helsinki: Maahenki Oy.

Salo, P., Niemelä, T., & Salo, U. (2006). *Suomen sienioapas*. Helsinki: Kasvimuseo/WSOY.

SPINDIGO. Hanke 201-02.

https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/tutkimus/Hankehaku/Hankkeentiedot?p_kielikoodi=FI&p_hanke_seqno=170719, luettu 29.11.2016

Sundström, C., & Sundström, E. (1983). *Sienivärjäys*. Helsinki: Otava.

Sundström, E. (2002). *Värjäämme yrteillä, sienillä ja jäkälillä*. Karkkila: Kustannus-Mäkelä Oy.

Tetri, A.-K. (2008). *Luonnonvärjäys*. Helsinki: Multikustannus Oy.

Timonen, S., & Valkonen, J. (2013). *Sienten biologia*. Gaudeamus Helsinki University Press.

- Toivonen, M. (2009). *Sienituntemuskurssi*. Helsinki: Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Kasvibiologia, Helsingin yliopiston kasvitieteen monisteita 191.
- Virtanen, R. (2005). *Verihelttaseitikki kankaanpainovärinä: painopastan ja värin kiinnitysmenetelmän vaikutus värinkestoihin*. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto.
- von Bonsdorff, T., Kytövuori, I., Vauras, J., Huhtinen, S., Halme, P., Rämä, T., Kosonen, L., Jakobsson, S. (2014). *Sienet ja metsien luontoarvot*. Sastamala: Norrlinia 27: 1-272.